

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

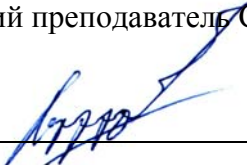
Сокурова Юлия

**Экологические проблемы развития нефтегазового комплекса юго-восточного
побережья Каспийского моря в районе полуострова Челекен**

Магистерская диссертация

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:
старший преподаватель С.Ю.Кукушкин


« 4 » мая 2016

Заведующий кафедрой:
проф. В.Н.Мовчан

« » 2016

Санкт-Петербург
2016

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. История изученности юго-восточного побережья Каспийского моря и полуострова Челекен.....	6
Глава 2. Физико-географическая характеристика юго-восточного побережья Каспийского моря	8
2.1. Рельеф и геологическое строение	8
2.2. Климатические особенности	10
2.3. Гидрологические условия в Каспийском море	11
2.4. Полезные ископаемые	17
2.5. Источники наносов и донные отложения.....	18
Глава 3. Методы исследования.....	19
3.1. Современные подходы к изучению эколого-географической обстановки в условиях интенсивного развития нефтегазового комплекса	19
3.2. Картографический метод.....	19
3.3. Методы полевых исследований.....	24
3.4. Аналитические методы	27
3.4.1. Атомно-абсорбционный анализ валового содержания тяжёлых металлов в почвах.....	27
3.4.2. Атомно-абсорбционный анализ содержания подвижных форм тяжёлых металлов в донных отложениях.....	28
3.4.3. Аргентометрический метод определения хлорид-ионов по Мору...30	
3.4.4. Метод отделения ионов сульфата в водной вытяжке.....	30
3.4.5. Флуориметрический метод определения нефтепродуктов в донных отложениях.....	31
Глава 4. Оценка экологического состояния юго-восточного побережья Каспийского моря.....	32
4.1. Оценка загрязнения донных отложений в прибрежной зоне полуострова Челекен.....	32
4.2. Оценка загрязнения почв города Хазар (Челекен).....	47
Глава 5. Экологические проблемы развития нефтегазового комплекса в акватории полуострова Челекен.....	57

Заключение.....	60
Литература.....	61

Введение

Актуальность темы. Каспийское море является огромным резервуаром, где сосредоточена значительная часть углеводородного потенциала мира. Однако, период интенсивной добычи полезных ископаемых в шельфе моря негативно повлиял на состояние окружающей среды. По данным, полученным в результате исследовательских работ, космических снимков и на основе научных публикаций, следует, что экологическая обстановка на Каспии требует постоянного изучения и контроля для того, чтобы избежать неминуемой катастрофы во всём регионе. Районом исследования была выбрана акватория полуострова Челекен. Объём запасов нефти на юго-восточном побережье Каспийского моря составляет 11 млрд. тонн, а газа 5,5 трлн. куб. м, это половина всех запасов нефти и около четверти запасов газа по всему региону. Из чего следует, что добыча нефти и газа будет продолжать интенсивно развиваться.

Целью исследования стало изучение экологического состояния юго-восточного побережья Каспийского моря в районе полуострова Челекен, выявление экологических проблем, возникающих при развитии нефтегазового комплекса.

Для оценки экологических проблем в исследованном регионе были решены следующие задачи:

- обобщены данные о природных и антропогенных факторах воздействия на акваторию полуострова Челекен;
- определены основные источники антропогенного воздействия, связанные с интенсивным развитием нефтегазового комплекса;
- проведена оценка степени загрязнённости донных отложений тяжёлыми металлами в акватории полуострова;
- определена степень загрязнения донных отложений нефтяными углеводородами;
- проведена оценка степени загрязнения почвенного покрова в городе Хазар (Челекен), основного крупного центра нефтегазовой промышленности на полуострове;
- дана характеристика экологической ситуации на юго-восточном побережье Каспийского моря.

Объект исследования. В качестве объекта исследований были выбраны юго-восточное побережье Каспийского моря в районе полуострова Челекен и город Хазар (Челекен).

Предмет исследования – экологическое состояние юго-восточного побережья Каспийского моря.

Фактический материал и личный вклад автора. В основу магистерской диссертации вошли данные, полученные лично автором в результате проведения исследовательских работ по выявлению экологических проблем, связанных с развитием нефтегазового комплекса юго-восточного побережья Каспийского моря в районе полуострова Челекен за 2015-2016 гг.

При подготовке магистерской диссертации, были проанализированы и изучены отчёты Министерства природы Туркменистана, Института пустынь, а также ранее изданные публикации по исследуемой теме.

Цели и задачи исследования были сформулированы лично автором. Точки отбора проб донных отложений расположены так, чтобы получить точные данные по всей акватории полуострова Челекен, участки отбора проб в городе Хазар (Челекен) расположены вблизи промышленных центров и автомобильных дорог. Автором были лично отобраны и проанализированы пробы почв и донных отложений.

Основные защищаемые положения:

1. Для донных отложений акватории полуострова Челекен характерна слабая степень загрязнения. Максимальные концентрации преобладающих в составе донных отложений металлов (Cu, Co, Ni, Fe) приурочены к районам промышленного освоения акватории полуострова.
2. Основными факторами воздействия нефтегазового комплекса на загрязнение акватории юго-восточного побережья Каспийского моря является поступление нефтяных углеводородов из нефтяных терминалов и затопленных нефтяных скважин. Донные отложения характеризуются низким уровнем антропогенного загрязнения.
3. Содержание тяжёлых металлов в почвах города незначительно превышает естественные фоновые показатели, высокая концентрация солей соответствует природным условиям региона исследования.
4. Проведённая оценка экологического состояния акватории полуострова Челекен и города Хазар установила отсутствие экологических рисков, связанных с развитием нефтегазового комплекса.

Глава 1. История изученности юго-восточного побережья Каспийского моря и полуострова Челекен

Освоение нефтегазовых месторождений в юго-восточной части Каспийского моря началось в 1946 году. В этом же году В.В.Денисевич определил методику разведки полезных ископаемых для данной зоны.

В 1951 году были исследованы нефтяные месторождения полуострова Челекен, обнаружен грязевой вулкан, который свидетельствовал о месторождении нефти на юго-западе от острова Огурчинский.

В 50-х гг XX столетия продолжалось изучение шельфа туркменского сектора Каспийского моря, были обнаружены подводные грязевые вулканы и банка Губкина.

Рельеф и геологическое строение юго-восточного побережья Каспийского моря были исследованы и подробно описаны в трудах А.Е.Ферсмана (1929, 1960), А.Федорова (1948), А.Кременского (1960), В.П.Зенковича (1962), В.А.Низьева (1971), Е.Г.Маева (1973), О.К.Леонтьева (1977), Б.Алиханова (1978), Л.М.Лебедева (1983), А.Бабаева (1990), К.Н.Аманниязова (1995) и А.Казьмина (2011). В исследовательской работе были также использованы энциклопедические данные на основании сведений из Геологии СССР за 1957, 1972 гг.

Физико-географические особенности юго-восточного побережья Каспийского моря были изучены на основе трудов В.Н.Вебера, К.П.Калицкого (1911); Леонтьева, Халилова (1965); А.Н.Косарева (1975); Добровольского (1969); А.Г.Бабаева (1995). Гидрологические условия Каспийского моря описаны в трудах А.Н.Косарева (1975, 1986, 1990); Б.Н.Абрамова (1959); Е.Г.Архипова, В.В.Крюкова, В.И.Молошникова (1972); Леонтьева, Халилова (1965); Леонтьева (1975, 1977); Никифорова (1977); Н.Д.Клевцовой (1967, 1968). Сведения о месторождениях полезных ископаемых были получены из трудов А.Е.Ферсмана (1960); А.А.Евсеева (2004); Л.М.Лебедева (1983). Размещение нефтяных месторождений и проблемы их освоения были изучены по работам А.А.Али-Заде, М.А.Аширмаммедова (1985); М.А.Аширмаммедова (1967); А.А.Геодекян (1968); Г.Х.Дикенштейн (1966); А.П.Иванова (1903); К.П.Калицкого (1910); С.А.Ковалевского (1934); Я.П.Маловицкого (1964).

Большой вклад в изучение донных отложений и источников наносов внесли В.П.Чердниченко (1991); О.К.Леонтьев, А.Г.Халилов (1965); О.К.Леонтьев (1977); Н.Ф.Глазовский (1976); Л.И.Лебедев, Е.Г.Маев, О.К.Бордовский, Л.С.Кулаков (1973); М.В.Кленова (1962).

Были изучены публикации о проведённых исследовательских работах в акватории полуострова Челекен и городе Хазар. Результаты химических анализов были сравнены с данными исследований, проведёнными С.Н.Алексанян, Л.А.Агаевой, Г.А.Шакировой, Э.М.Эсеновой (2012).

Мировой общественностью неоднократно поднимались вопросы по современному состоянию окружающей среды Каспийского моря и экологическим проблемам, связанным с развитием нефтегазовой отрасли. Для подробного ознакомления с экологической обстановкой в туркменском секторе Каспия была изучена и проанализирована научная литература и публикации, изданные за последние десятилетия. К ним относятся работы А.М.Бутаева, Н.Ф.Кабыша (2002); Е.Вареди, А.Афраз (2002); В.М.Гольдберга (2001); В.П.Иванова, А.Ф.Соколовского (2000); Д.Н.Панасенко (2004); С.А.Патина (2001). Был детально изучен доклад организации «Туркменская инициатива по правам человека» за 2013 год, где приводились конкретные количественные данные о разливах нефти на юго-восточном побережье Каспийского моря, опубликованы космические снимки с зафиксированными нефтяными разливами.

Для проведения химических анализов были использованы методы и руководства следующих авторов: Л.Азаров, М.Бургер (1961); Е.Н.Аринушкина (1970); Т.Ю.Дорошко (1991).

Для оценки экологической ситуации в акватории туркменского сектора Каспийского моря был использован сравнительный анализ с аналогичными исследованиями, проведёнными учёными России и Азербайджана. Для этого были использованы труды А.М.Бутаева, В.И.Рыбникова, А.З.Гаджиева (1998); Д.Н.Панасенко (2004) и С.А.Патина (2001).

Необходимо также указать, что в магистерской диссертации автор использовал таблицы из трудов А.Г.Бабаева (1995), схему течений В.А.Леднёва (1943) и А.А.Лебединцева (1904), карту выявленных экологических проблем вокруг полуострова Челекен за 2012 год.

В качестве интернет источников для получения научных данных об экологической ситуации в туркменском секторе Каспийского моря автор ссылался на официальный сайт Государственного комитета Туркменистана по Охране окружающей среды и земельным ресурсам.

Глава 2. Физико-географическая характеристика юго-восточного побережья Каспийского моря

2.1. Рельеф и геологическое строение

В восточной части Каспийского моря выделяют две крупные области - Западно-Туркменскую и Прибалханскую низменности (Геология..., 1957). С севера изучаемая территория ограничена Кубадагским хребтом, Красноводским плато, Большебалханским горным массивом, а с востока – горными массивами Западного Копетдага и Малого Балхана. Высотные отметки здесь колеблются от -27,6 м до 100 м (Бабаев, Горелов, 1990). Прилегающий к полуострову Челекен участок Каспийского моря имеет глубину 10 метров в 15 км от береговой линии. Для Юго-Восточного Каспия характерна обширная зона шельфа до 130 км. Протяжённость береговой линии от мыса Суве (42° с.ш.) на границе с Казахстаном до широты поселка Эсенгулы (38° с.ш.) на границе с Ираном составляет 1100 км (Аманиязов К.Н., 1995). Основным районом исследования является акватория полуострова Челекен. Полуостров представляет собой Челекенский мыс, от которого протягиваются Северо и Южно-Челекенская коса (Зенкович В.П., 1962).

Рельеф полуострова представлен Челекено-Ливановским поднятием, которое с глубины 20 метров спускается до отметки 100 м на западе (рис.1). Основными элементами рельефа исследуемой территории являются поднятия, представленные банками Жданова, Ливанова, Баринова и Губкина (Алиханов Б.А., 1978). Здесь же расположены подводные грязевые вулканы. На западе от полуострова выделяется система Эрдекли-Огурчинских поднятий. В акватории полуострова имеются подводные косы и валы, а на глубинах до 35 метров прослеживаются уступы и террасы (Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И., 1977). Рельеф от острова Огурчинский до посёлка Эсенгулы выровненный. Здесь расположена банка Грязевой вулкан, которая нарушает однообразие рельефа.

В литературных источниках указывается (Казьмин, Вержбицкий, 2011), что в юго-восточном побережье Каспийского моря расположена Западно-Туркменская впадина, которая отосится к Южно-Каспийской области прогибания (Алиханов, 1978). Характерной особенностью этого района является наличие опоясывающих разломов, где происходило интенсивное погружение впадины и поднятие горно-складчатых элементов. Эти разломы определили характер геологических процессов, происхождение и морфологию структурных элементов (Низьев В.А., 1971).

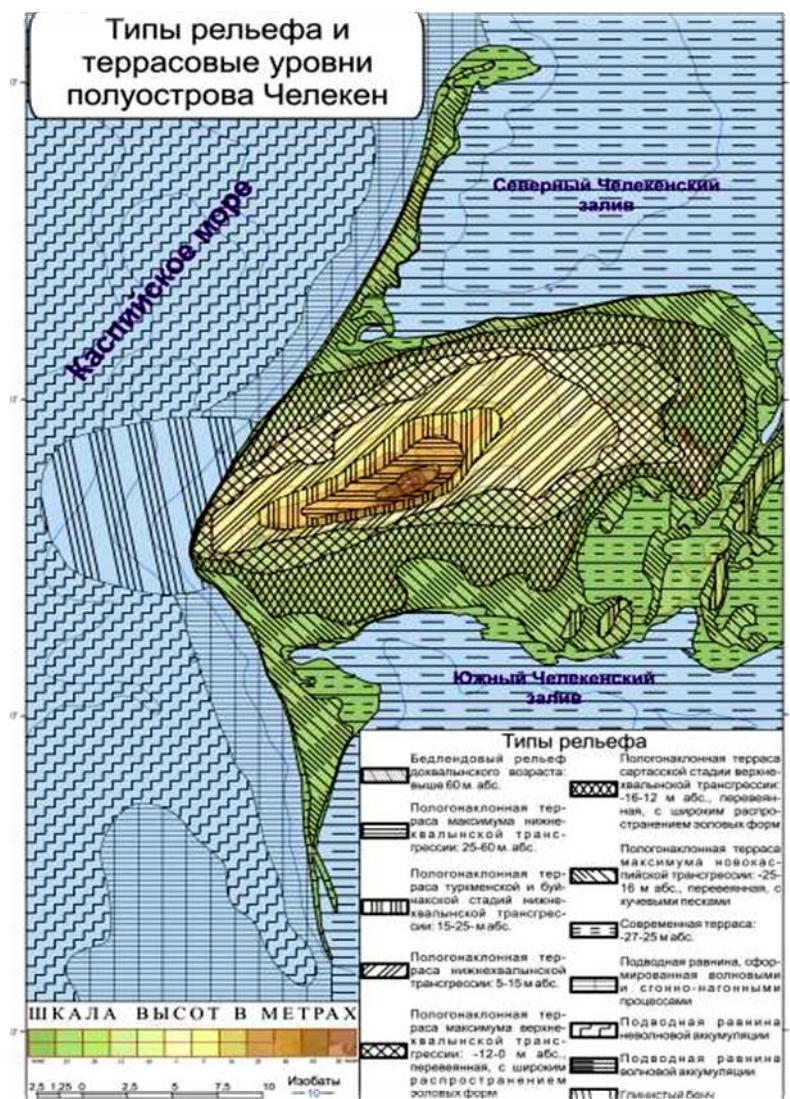


Рис.1. Типы рельефа и террасовые уровни полуострова Челекен
(Леонтьев О.К., 1977)

В Прибалханской зоне расположена цепочка антиклинальных складок, которые вытянуты в северо-западном направлении. В этом районе с юго-востока на северо-запад выделяют антиклинали Карадепе, Монджуклы, Небитдаг, Бурун, Барсагелмес, Котурдепе, Комсомольское и Челекен. Далее следуют Причелекенский купол, банки Жданова, ЛАМ, Губкина, Баринова и Ливанова (Геология..., 1957).

Центральная часть полуострова имеет длину 35 км и ширину 15 км. Наивысшая точка - возвышенность Чохрак - от 15 до 93 м (Федоров, 1948).

2.2. Климатические особенности

Климат юго-восточного побережья Каспийского моря определяется географическим положением моря, характером переноса воздушных масс, непосредственно связанных с ближайшими к морю центрами действия атмосферы, и рельефом прилегающей суши (Абрамов Б.Н., 1959). Каспий, благодаря обширной площади и протяжённости является важным климатообразующим фактором. На климат побережья оказывает влияние море. Среднегодовая температура воздуха 15,4°С; абсолютный максимум 44°С, абсолютный минимум -18 °С (табл. 1). Продолжительность безморозного периода составляет 260 дней. Годовое количество осадков – менее 150 мм (Косарев А.Н., 1986). Весной и осенью преобладают континентальные полярные массы, эпизодически вторгается также тропический воздух. Летом главным климатообразующим фактором являются массы тропического воздуха. Массы континентального полярного воздуха поступают на Каспий из области сибирского антициклона. В зимнее время эти антициклональные массы несут осадки и устойчивую безветренную погоду (Леонтьев, Халилов, 1965). Летом континентальный воздух создаёт жаркую погоду. Зимой приходят арктические воздушные массы, наступает резким похолодание, в море бушуют западные штормовыми ветры (Добровольский и др., 1969).

Таблица 1
Среднемесячные и годовые температуры воздуха, С° (Бабаев, 1995)

Среднемесячные и годовые температуры воздуха, С°													
Пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годовые
Туркменбаши	2,4	4,0	8,0	14,0	21,0	26,0	29,0	28,5	24,0	17,5	11,0	7,0	15,8
Хазар (Челекен)	2,0	4,0	8,0	13,0	18,0	23,0	27,0	28,0	23,0	18,0	11,5	8,0	16,0
Чекишляр	1,5	5,0	9,0	14,0	20,5	22,0	27,0	23,5	17,5	17,5	11,0	7,0	15,8
Эсенгулы	3,0	6,8	10,0	13,5	19,6	24,0	27,0	27,0	24,0	18,0	11,5	8,0	16,0
Количество осадков по сезонам и за год, мм													
Пункт	Зима			Весна			Лето			Осень			Год
Туркменбаши	34			40			11			18			103
Хазар (Челекен)	41			39			9			22			111
Эсенгулы	79			33			30			53			195

Для района характерно уменьшение количества атмосферных осадков по мере отдаления от берега моря. Большая часть побережья получает за год менее 150 мм осадков, что позволяет отнести его к области с полупустынным и пустынным климатом, для которой характерна резкая континентальность климата. Средняя

величина испарения с поверхности воды за год составляет 983 мм/м² (Бабаев А.Г., 1995).

В развитии рельефообразующих процессов на побережье большую роль играет ветровой режим территории. Преобладают муссоны. Наиболее распространены северо-западные и восточные ветра, менее - северные и юго-восточные ветра (табл. № 2).

Таблица 2
Средняя многолетняя повторяемость ветров за год, % (Бабаев А.Г., 1995)

ПУНКТ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Туркменбаши	21	11	20	8	6	7	8	19
Хазар (Челекен)	16	11	17	16	4	4	10	22
Огурчинский	21	10	24	10	5	3	7	20
Чекишляр	14	12	8	3	3	11	27	22
Эсенкули	12	15	8	4	3	9	27	22
Средние скорости ветров по румбам по многолетним данным								
Туркменбаши	7,2	5,9	4,2	2,9	2,3	2,7	3,6	5,3
Хазар (Челекен)	4,5	3,9	5,3	5,3	3,3	3,2	4,9	6,5

2.3. Гидрологические условия в Каспийском море

Благодаря тому, что температура воздуха над акваторией полуострова Челекен всегда имеет положительные показатели, тепло накапливается в море и смягчает температурный режим юго-восточного побережья Каспия. Среднемесячная температура самого холодного месяца в году - января равна 4,2⁰С. Летом, в период самых жарких месяцев - июля и августа температура достигает 28,5⁰С (Косарев А.Н., 1990).

Среднегодовая температура прибрежной морской воды постоянна и составляет 15,8⁰С. Среднемесячная температура января и февраля равна 5,5⁰С, в августе среднемесячные показатели достигают отметки 27⁰С. Даже в зимний период температура морской воды не имеет низких значений и её средний показатель 9⁰С. Амплитуда суточных изменений температуры морской воды в акватории составляет 1-2⁰С (Косарев А.Н., 1990).

Зимой вертикальная температурная структура вод отличается однородностью, особенно в Среднем Каспии. Обращает внимание понижение температуры до 3,5⁰С у западного берега и повышение до 8,3⁰С у восточного. В Южном Каспии в верхнем слое воды толщиной 100-200 м зимой сохраняется вертикальная стратификация температуры, которая уменьшается от 8—9⁰С до 7⁰С, а глубже до дна понижается до 5,7-5,9⁰С (Косарев А.Н., 1990).

Распределение солёности в Каспийском море зависит от изменений поступающего в море речного стока. В центральной и восточной частях разреза в слое 0-100 м солёность 12,90-12,95‰. На глубинах от 100-200 м до дна она весьма однородная и составляет 13,0-13,17 ‰ (Косарев А.Н., 1986).

Распределение солёности в толще вод летом характеризуется большей переслоенностью, "пятнистостью", хотя разность ее величин остается небольшой. В средней части моря преобладает солёность 13,0 ‰. У восточного берега — больше 13,1‰. В Южном Каспии в слое от 0 до 500 м величина солёности 12,9-13,0‰, а глубже (600-800 м) она возрастает до 13,1‰ (Косарев А.Н., 1986).

Летом в различных районах моря происходят разнонаправленные процессы изменения солёности. В юго-восточном районе интенсивное испарение приводит к осолонению верхних слоев воды. В процессе преобладающей горизонтальной циркуляции опреснённые воды переносятся вдоль западного берега Среднего Каспия на юг, а вдоль восточного берега в Средний Каспий поступают более солёные воды из южной части моря (Косарев, 1975).

Распределение условной плотности в море зимой отличается слабым ее ростом с глубиной от 10,9—11,0 усл. ед. в поверхностном слое до 11,3 усл. ед. в глубинных. Весной вертикальная плотностная переслоенность увеличивается, условная плотность возрастает от 10,4—10,8 усл. ед. в поверхностном до 11,1-11,2 в толще вод до самого дна (Косарев А.Н., 1986).

Летом в верхнем прогретом и перемешанном слое плотность равна 7,5—8,5 усл. ед., затем резко возрастает до 10,0-10,5 усл. ед., а далее с глубиной почти не изменяется и равна 11,0-11,2 усл. ед. Осенью в верхнем слое сохраняются вертикальные градиенты плотности, величина которых растет по направлению с севера на юг. От поверхности до горизонта 80 м условная плотность увеличивается от 9,8-10,6 до 10,8—11,0 усл. ед. В глубинных слоях, как и в другие сезоны, она составляет 11,0-11,2 усл. ед. (Косарев А.Н., 1986).

В юго-восточной части Каспийского моря зимой наблюдается некоторое пересыщение кислородом поверхностного слоя воды. Оно вызвано тем, что в некоторых южных районах Каспийского моря фотосинтетическая деятельность фитопланктона хотя и ослабевает, но не прекращается и зимой. Это особенно характерно для восточных мелководий Южного Каспия, прилегающих к свалу глубин (Косарев А.Н., 1986).

У восточного побережья Каспийского моря зимой толща вод больше стратифицирована по кислороду. Основные причины, влияющие на формирование кислородного режима моря весной, — это активно протекающие процессы фотосинтеза и высокие температуры в верхнем слое воды. Вертикальное распределение кислорода весной отличается наибольшей сложностью по сравнению с другими сезонами. Интенсивность фотосинтеза весной в верхнем слое толщиной около 100 м столь велика, что содержание кислорода в нем по сравнению с зимой возрастает, несмотря на прогрев вод. Следовательно, продукционные процессы в эвфотическом слое перекрывают уменьшение кислорода при изменении условий его растворимости (Абрамов Б.Н., 1959). Максимальная (более 8 мл/л) концентрация кислорода в юго-восточном побережье Каспийского моря обусловлена процессами фотосинтеза и приурочена к прибрежным районам. От поверхностных слоев содержание кислорода монотонно понижается до 2,2 мл/л (36%) (Косарев А.Н., 1990). В летнее время концентрация кислорода по абсолютной величине в поверхностной толще воды минимальная за год, т.е. процессы фотосинтеза не успевают компенсировать уменьшение растворимости кислорода из-за усиления интенсивного прогрева поверхностной толщи воды. Распределение кислорода в августе характеризуется относительной однородностью: 5,5-6,5 мл/л в Среднем Каспии и 5,0-6,0 — в Южном Каспии (Косарев А.Н., 1990).

Значительное улучшение аэрации глубинных слоев Каспия, повышение содержания кислорода в толще воды – важное условие для формирования высокой биологической продуктивности в глубоководном бассейне моря (Косарев А.Н., 1990).

Каспийское море выделяется среди других морских водоемов повышенными величинами pH. Это связано с весьма высоким щелочным резервом, обусловленным влиянием речного стока на химический состав каспийской воды. Пространственно-временная неоднородность распределения pH определяется совокупностью биохимических, физико-химических (фотосинтез, разложение органического вещества, дыхание организмов, состояние карбонатной системы и др.) и гидрологических факторов. Концентрация ионов водорода в юго-восточном побережье Каспийского моря изменяется от 8,6 на поверхности до 8,0 в придонном слое (Косарев А.Н., 1990). Зимой кислотность возрастает с запада на восток, с севера на юг. Эти основные черты пространственного распределения кислотности связаны со следующими гидрологическими особенностями. Зимой температура возрастает из-за поступающих на север теплых южнокаспийских вод. Летом на юго-восточном побережье

Каспийского моря развивается апвеллинг, вследствие чего температура воды здесь ниже, чем у западных берегов. Эти различия температуры и определяют крупномасштабные неоднородности величин рН (Архипова Е.Г., Крюкова В.В., Молошникова В.И., 1972).

Щелочность воды Каспийского моря, по сравнению с Мировым океаном, сильно повышена в результате поступления больших количеств карбонатов с речным стоком. Сезонные изменения щелочности в Среднем и Южном Каспии характеризуются ее увеличением от зимы к лету и снижением осенью (Косарев А.Н., 1990).

Минимальные зимние концентрации фосфатов в Среднем Каспии, как правило, отмечаются на востоке, в зоне проникновения более теплых южнокаспийских вод, достигающих почти до Казахского залива. В теплых водах и зимой протекает интенсивный фотосинтез и концентрация фосфатов может снижаться до нулевых значений (Косарев А.Н., 1990). В Южном Каспии распределение минерального фосфора более разнородное. Максимумы приурочены к западной прибрежной зоне и к свалу глубин на востоке. Минимальные концентрации отмечались на восточных мелководьях (50-100 м), где сохраняются высокие температуры и, следовательно, происходит наиболее интенсивное потребление фосфатов. В зоне свала глубин обогащению поверхностного слоя способствуют подъем вод вдоль свала и в некоторых районах влияние деятельности грязевых вулканов (Косарев А.Н., 1990).

Каспийское море является беспокойным водоёмом. Волнение развивается быстро, нередко переходя в толчею. В этот период с ноября по март волнение достигает 6 баллов и более (табл. 3). Наиболее спокойным является период с мая по июль включительно.

Таблица 3
Повторяемость волнений различных направлений, % (Косарев А.Н., 1990)

Пункт	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Хазар (Челекен)	10	5	13	9	4	7	22	30	0
Огурчинский	20	9	25	8	5	1	5	21	6

Туркменбашинский и Челекенский заливы отличаются своеобразными гидрометеорологическими условиями, так как изолированы от моря и отсутствует водообмен с ним. Максимальную повторяемость и наибольшую скорость здесь имеют ветры северного направления (Архипова Е.Г., Крюкова В.В., Молошникова В.И., 1972).

Наиболее редкие и слабые ветры наблюдается с юго-запада. Кратковременные

сгоны и нагоны происходят от северных ветров. В среднем сгонно-нагонные колебания уровня не превышают 40 см. При волнении материал, залегающий на дне, взмучивается и переносится волнами. В акватории полуострова Челекен наблюдается перенос наносов от Челекенского лбища к Северо и Южно-Челекенской косе (Никифоров, 1970). Исследования, выполненные в акватории полуострова (Леонтьев и др., 1975), показывают, что в северной части восточного побережья имеется тенденция к переносу отложений в северном направлении. Для Южно-Челекенской косы характерна повторяемость волнений по градациям (табл. 4), обеспечивающая перенос материала на юг (Клевцова Н.Д., 1967). К югу от Челекена отмечается наличие ряда потоков различного направления, величина наносодвижущей силы сокращается в центральной части акватории, вновь возрастая у Чекишляра и Эсенкули (Леонтьев и др., 1977). Важнейшей характеристикой определяющей профиль берега является высота волн, которая отражает квадратическую зависимость между высотой и энергией волны. Для юго-восточного побережья высоты волн на открытых участках побережья достигают 4,4 м (Леонтьев, Халилов, 1965).

Таблица 4

Повторяемость волнений по градациям, м (Леонтьев, 1977)

Пункт	Повторяемость волнений, м			Максимальная высота волны, м
	0-0,75	0,75-3,5	5,5-более	
Туркменбаши	38	58	4	2,5
Челекен	52	39	9	4,4
Огурчинский	76	22	2	3
Эсенкули	43	55	2	2,6

Основной причиной появления течений замкнутом Каспийском море - это ветровой режим, неравномерное распределение плотности в толще воды. На характер течений оказывают влияние конфигурация берега и рельеф дна моря (Клевцова Н.Д., 1968). Распределение течений у юго-восточного побережья Каспия по сравнению с западным более сложное, что связано прежде всего с четко выраженной сезонной изменчивостью преобладающих ветров. Кроме того, на течения в этой части моря оказывает влияние изрезанность береговой черты: наличие многочисленных мысов, бухт заливов (рис.2). Течения здесь, особенно в поверхностном слое, менее устойчивы, чем у западного берега Среднего Каспия, и скорости их меньше. Вдоль восточного побережья Среднего Каспия в прибрежной полосе течения имеют тенденцию следовать за ветром (Клевцова Н.Д., 1968).

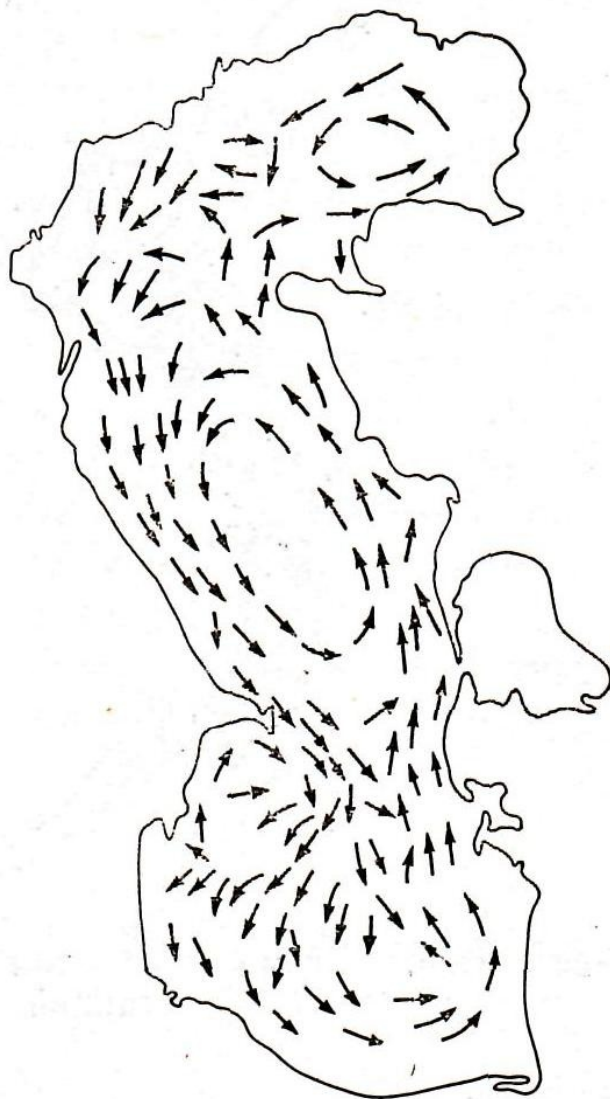


Рис.2. Схема течений в Каспийском море (Леднёв В.А., 1943)

На участке м. Куули - м. Песчаный в поверхностном слое скорости течений распределяются следующим образом: 0-10 см/с - 50%, 10- 20 см/с - 40% и от 20 до 30 см/с - 10% случаев. С глубиной увеличивается процент повторяемости слабых течений. Поскольку у восточного побережья Южного Каспия преобладают слабые ветры, здесь около 60% повторяемости имеют течения со скоростями до 10 см/с. Преобладающее направление поверхностных течений вдоль восточного побережья моря — южное. Наибольшая повторяемость его - в теплый период года (апрель-сентябрь). В холодный сезон (октябрь-март), кроме южных течений, значительную повторяемость имеют течения с северной составляющей (Клевцова, 1967). Преобладающий перенос вод

зимой на север в восточной части моря проявляется на картах температуры воды, где четко виден язык теплых вод, распространяющихся далеко на север вдоль восточного берега моря. На поверхности течения в большинстве случаев следуют за ветром. В глубинных слоях преобладают течения северных направлений, не связанные с местными ветрами. В случае развития у восточного берега сгонной циркуляции, часто наблюдаемой в летние месяцы, в глубинных слоях отмечается подток вод к берегу (Клевцова Н.Д., 1968).

2.4. Полезные ископаемые

Полуостров Челекен богат полезными ископаемыми, основными из которых являются: поваренная соль, сульфаты, нефть, газ и озокерит (Ферсман А.Е., 1960). Нефть на полуострове добывается с XVII века. На полуострове имеются выходы йодобромных вод. В своём составе они содержат 500 мг брома и до 30 мг йода в литре. С 1932 года у буровых скважин на полуострове были запущены адсорбционные установки, извлекающие из буровых вод йод. С 1964 года вступил в строй сажевый завод. Сырьём служит попутный нефтяной газ. В посёлке Дагаджик, расположенном вблизи города Хазар (Челекен) функционирует озокеритовый завод. Челекенская соль содержит около 97% хлористого натрия.

Кроме основных полезных ископаемых имеются также месторождения следующих минералов: галенит, гипс, бариты (Евсеев А.А., 2004), арагониты, атакамиты, сфалериты, пириты, свинцовые руды (Лебедев Л.М., 1983).

2.5. Источники наносов и донные отложения

В современную эпоху для юго-восточного побережья Каспийского моря характерно отсутствие постоянных водотоков на значительном протяжении берега, за исключением временных водотоков, а также маловодной реки Этрек, которая, начиная с середины XX века, не впадает в море. Это обуславливает дефицит речных наносов в акватории.

Участки абразионных берегов полуострова Челекен состоят из легко истираемых мергелисто-известняковых и глинистых пород, в связи с чем, образуемый здесь материал выносится за пределы береговой зоны течениями. Местное значение имеет материал, сложенный рыхлыми наносами (пески, алевроиты и глины). В ряде опытов было установлено, что слой грунта, отложившийся из пыли за один год составил 0,28

мм (Чередниченко, 1991). Важными источниками наносов на побережье являются хемогенные процессы и жизнедеятельность морских организмов. В пределах мелководья главная роль в процессах принадлежит моллюскам, которые обогащают мелководную зону известковым материалом (Леонтьев, Халилов, 1965). Раковинный материал формирует особый тип донного грунта – ракушу, которая составляет значимую долю всех наносов. В донных отложениях прибрежной части полуострова Челекен биогенный материал достигает 80 и 95% (Леонтьев и др., 1977). Воды Каспия в акватории района исследований насыщены карбонатом кальция. Отложения карбонатов служат главным процессом поступления хемогенного материала. Менее значимыми источниками поступления наносов являются гравитационные процессы и деятельность грязевых вулканов (Глазовский 1976). Основным материалом дна юго-восточного побережья Каспийского моря является биогенный карбонат (Лебедев Л.И., Маев Е.Г, Бордовский О.К., Кулаков Л.С., 1973). На глубинах свыше 100 м происходит накопление глинистых илов и органического углерода (Лебедев Л.И., Маев Е.Г, Бордовский О.К., Кулаков Л.С., 1973). На глубинах 5-25 м преобладают песчаники и ракуша, которые встречаются в восточной части полуострова. Известковые илы распространены на глубине 25-50 м на западе полуострова. Глинистые илы залегают на глубине свыше 55 м и встречаются в районе Южно-Челекенской косы (Лебедев Л.И., Маев Е.Г, Бордовский О.К., Кулаков Л.С., 1973).

Из данной главы следует, что исследованная территория характеризуется как небольшой по площади полуостров с изрезанной береговой линией и обширной зоной шельфа, выровненным подводным рельефом на юге и многочисленными разломами на севере. Климатические особенности региона: резко-континентальный климат, недостаточное увлажнение, положительные среднегодовые температуры воздуха и воды. Гидрологические условия характеризуются отсутствием речного стока, неравномерной солёностью воды, высокой щелочностью, обусловленной содержанием карбонатов в донных отложениях. Преобладают слабые ветры сезонной направленности. Частые волнения в море, течения имеют северное направление. Донные отложения представлены известковыми и глинистыми илами, песчаниками, мергелем и ракушей.

Глава 3. Методы исследования

3.1. Современные подходы к изучению эколого-географической обстановки в условиях интенсивного развития нефтегазового комплекса

В связи с крупномасштабным освоением углеводородного потенциала Каспийского моря, проблема нефтяного загрязнения приобретает особую остроту и актуальность. Всё чаще издаются публикации о скрытых нефтяных разливах, где с помощью различных методологий и спутниковых снимков выявляются многочисленные случаи разливов нефти в море. С целью выявления наиболее уязвимых участков акватории полуострова и промышленного города Хазар (Челекен), автором проводились различные методы исследования, по результатам которых удалось оценить современное экологическое состояние исследованной территории. В этом отношении большое значение имеет химический анализ состава почв города и донных отложений юго-восточного побережья Каспийского моря, которые являются депонирующей средой для аккумуляции тяжёлых металлов и нефтепродуктов. Для определения состава и степени загрязнённости донных отложений было отобрано 20 образцов вокруг полуострова Челекен. На наличие тяжёлых металлов в почвах отобрано 17 проб в городе у крупных промышленных объектов и вдоль автомобильных дорог.

Отбор проб в акватории полуострова и в городе Хазар (Челекен) проводился автором самостоятельно и с участием полевой группы Хазарского государственного заповедника. В общей сложности было отобрано 37 проб, в которых по результатам химического анализа были определены: валовые содержания тяжёлых металлов (территория города) и содержание подвижных форм тяжёлых металлов (донные отложения). Результаты сравнивались с фоновыми показателями. На основании полученного материала определено пространственное распределение тяжёлых металлов и нефтяных углеводородов.

3.2. Картографический метод

Для объективной оценки экологической ситуации в акватории полуострова Челекен автором был проведён анализ картографического материала. В качестве основы была использована карта «Экологические проблемы вокруг полуострова

Челекен» за 2012 г (рис.3). На данной карте обозначены основные объекты нефтегазового комплекса, расположенные на территории полуострова и его акватории.



Рис.3. Основные источники антропогенного воздействия на территорию полуострова Челекен (Оценка окружающей среды..., 2012)

Для определения места отбора проб донных отложений, от береговой линии отсчитывалось определённое расстояние. С целью выполнения точных расчётов была применена схема динамики береговой линии с 1975 по 2010 гг. В результате маршрутной съёмки и по сравнительному анализу с литературными источниками за 2010 г, установлено, что береговая линия не изменялась за этот короткий период (рис.4).

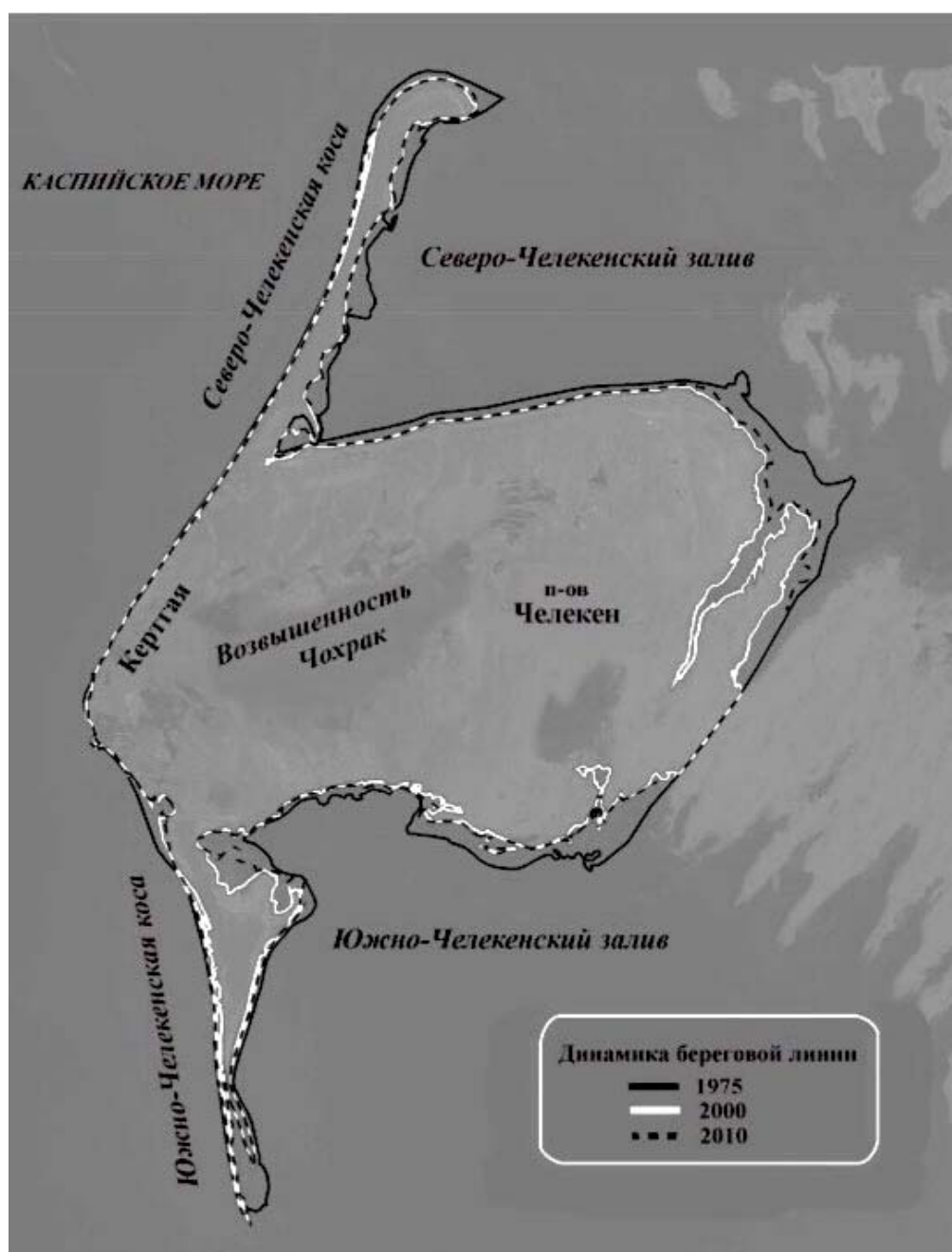


Рис.4. Динамика береговой линии полуострова Челекен с 1975 по 2010 гг
(Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И, 1977)

Для распределения точек отбора проб почвы в городе Хазар (Челекен) был использован план города за 2015 год (рис.5).

Таким образом, картографический материал позволил определить наиболее уязвимые участки полуострова Челекен и его акватории; по динамике береговой линии было отсчитано необходимое расстояние от береговой линии до места отбора пробы донных отложений. На основе плана города Хазар (Челекен) были распределены участки отбора проб почвы у крупных промышленных центров и автомобильных дорог.



Рис.5. План города Хазар (Челекен) с нанесёнными точками отбора проб почв

Наиболее информативными в настоящее время являются данные дистанционного зондирования, которые дают представления о современных ландшафтах, позволяют проследить изменения в рельефе. Автором были использованы космические снимки, размещённые на картографическом сервисе GoogleMaps. Снимки были получены со спутника GeoEye. Далее с помощью геоинформационной системы MapInfo 9.0 была произведена векторизация растровых космоснимков. Пространственное распределение химических веществ было построено с использованием метода интерполяции *Inverse Distance Weighting (IDW)* (метод обратных взвешенных расстояний) (рис.6).

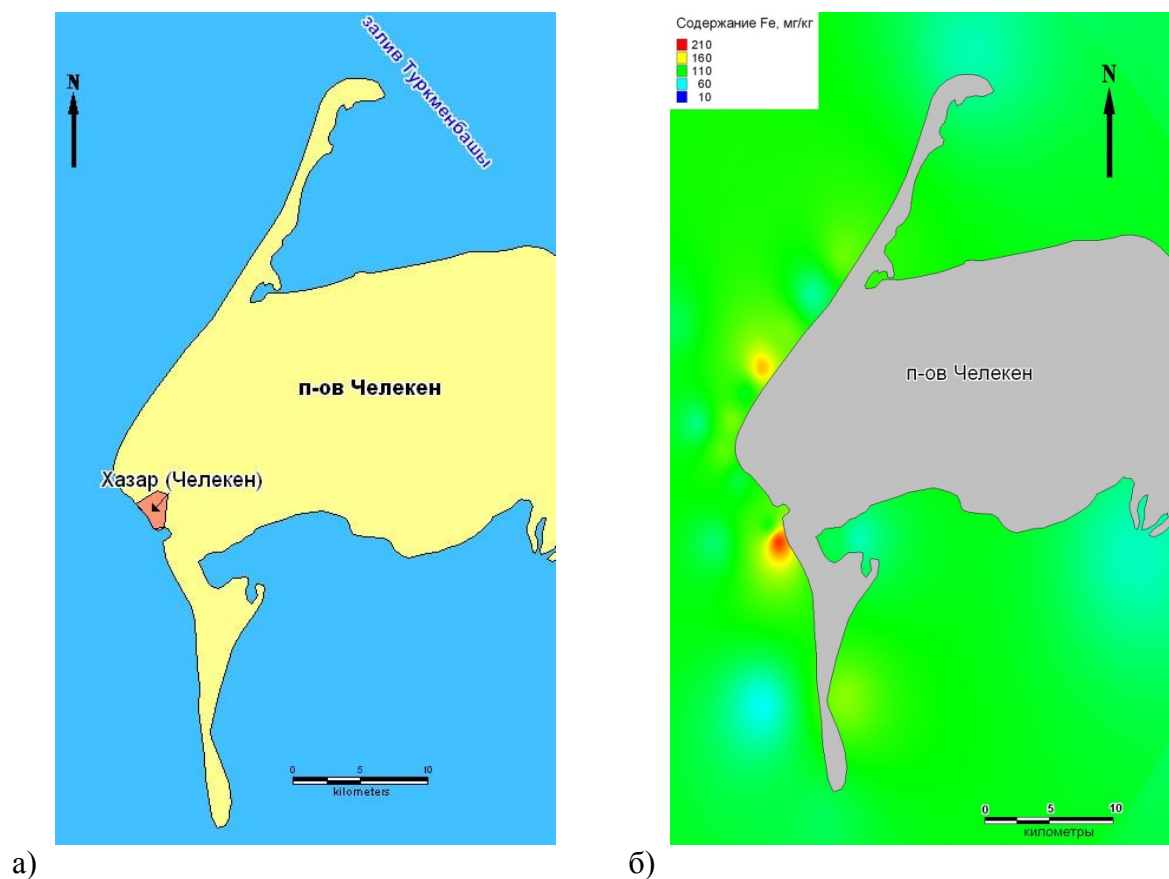


Рис.6. Построение карты пространственного распределения железа с использованием геоинформационного пакета MapInfo (а – переведенный в векторную форму космический снимок со спутника Geoeue, б – пространственная интерполяция методом IDW

3.3. Методы полевых исследований

Отбор образцов донных отложений вокруг полуострова Челекен и получение образцов почв города Хазар (Челекен) проводилось в летний период 2015 года.

Полевые работы выполнялись в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01 и «Методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных исследований почв при контроле над загрязнением окружающей среды металлами». Пробы отбирались вдоль автомобильных дорог, у крупных промышленных объектов и вблизи трубопроводов. Почва была отобрана в 17 точках (рис.7) методом конверта (по 200 г с участка размером 100х100 м, разделённого на 4 равных квадрата).



Рис.7. Распределение точек отбора проб почв по городу Хазар (Челекен)

Высотная привязка производилась с помощью нивелира и измерительной ленты. Плановая привязка осуществлялась при помощи GPS приемника. Глубина «прикопок» определялась с помощью измерительной ленты и составляла 0,3 метра. Город был разбит на 15 участков, для каждого из которых была выполнена зачистка, детальное описание, зарисовка и фотофиксация (рис.8).



Рис.8. Отбор пробы почвы в г.Хазар

Геоэкологические исследования акватории полуострова Челекен проводился летом 2015 года. Пробы донных отложений отбирались через 250 м вдоль береговой линии полуострова на расстоянии 50 м от её кромки (рис.9). Прибором для получения образцов служил штанговый дночерпатель ГР-91.

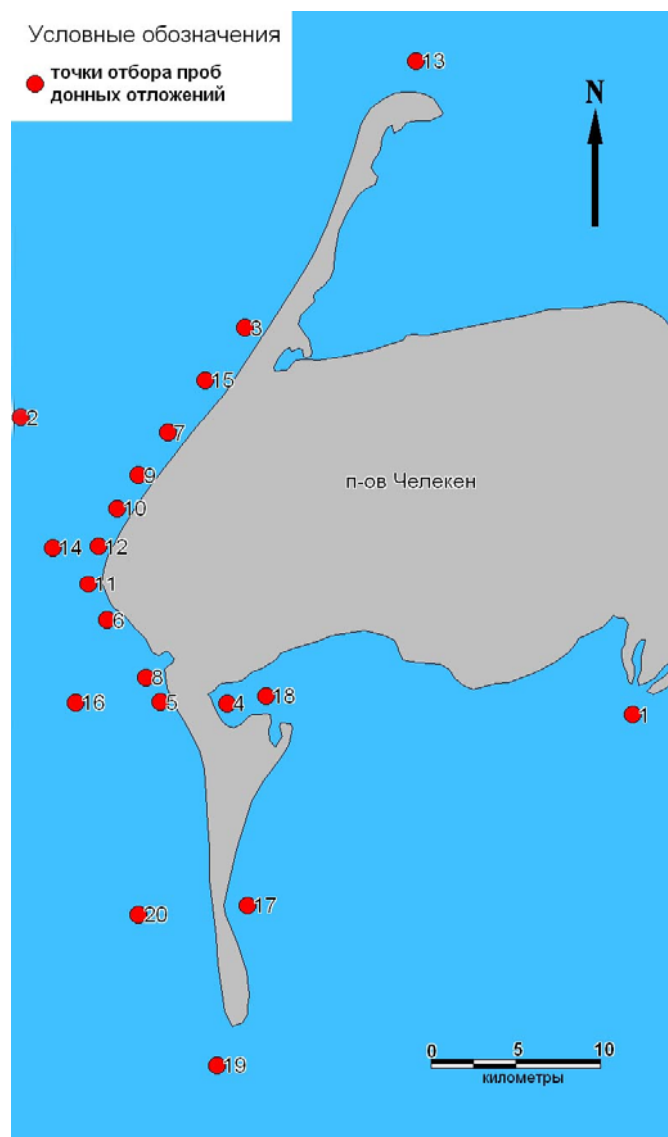


Рис.9. Распределение точек отбора проб донных отложений в акватории полуострова Челекен

Каждая точка отбора проб была детально описана и фотофиксирована (рис.10). Всего было получено 20 проб донных отложений, из которых фоновым показателем послужила станция мониторинга в районе Северной косы в акватории Хазарского государственного заповедника. На удалении от всех точек отбора проб донных осадений находится участок №2 (остров Огурчинский), участок №1 (прибрежная зона посёлка Дараджык), а также участки №17, 19, 20 (прибрежная зона Южно-Челекенской косы).



а)



б)

Рис.10. Отбор автором проб донных осадений в акватории Хазарского государственного заповедника: а) измерение температуры воды, б) перемещение донного осадка в сосуд

3.4. Аналитические методы

Исследование содержания тяжёлых металлов в пробах почв и донных отложений (Pb, Zn, Ni, Cd, Co, Cu, Mn, Fe), нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов, натрия и калия были проведены автором самостоятельно в Экологической лаборатории Института пустынь Туркменистана и при помощи сотрудников в учебно-научной лаборатории геоэкологического мониторинга СПбГУ.

3.4.1. Атомно-абсорбционный анализ валового содержания тяжёлых металлов в почвах города Хазар (Челекен).

Валовое содержание тяжёлых металлов в почвах определялось методом атомно-абсорбционного анализа на основе атомно-абсорбционного спектрометра фирмы Perkin–Elmer (США) и AA-7000 фирмы Shimadzu.

Образцы почвы были измельчены, просеяны и взвешены, прокалены для разложения органического субстрата. Для удаления кремния навески обрабатывались

фтористоводородной кислотой. Перед измерением на спектрометре, каждый образец заливался азотной кислотой.

Массовая доля каждого металла вычислялась по формуле (Аринушкина Е.В., 1970):

$$x = \frac{V \cdot (A_1 - A_0)}{M}, \text{ где}$$

x – массовая доля металла в образце почвы, млн⁻¹;

A_1 – концентрация металла в буферной вытяжке почвы, мг/дм³;

A_0 – концентрация металла в образце, мг/дм³;

V – объём раствора, см³;

m – масса пробы почвы, г.

Расчёты проводились соответственно ГОСТу 50686-94 и «Руководству по химическому анализу почв» Аринушкиной Е.В. в Экологической лаборатории Института пустынь Туркменистана.

3.4.2. Атомно-абсорбционный анализ содержания подвижных форм тяжёлых металлов в донных отложениях

На спектрофотометре Hewlett-Packard атомно-абсорбционным методом были определены количественные показатели подвижных форм металлов в образцах донных отложений.

Подготовка образцов к анализу состояла из высушивания, перетирания и просеивания. Каждый образец был обработан буферным раствором, выдерживался сутки и отправлялся на анализ. Контрольный раствор вводился в нагретый прибор, испарялся, образец плавился, при этом образуются свободные атомы. Световой поток, полученный в результате диссоциации молекул преобразуется в электрический сигнал.

Массовая доля измеряемого металла в донных отложениях рассчитывалась по формуле (Методические указания, 1990):

$$C = \frac{(A_2 - A_3 - A_p) \cdot C_1 \cdot V \cdot (100 + q)}{A_1 \cdot \Delta P_{\text{возд.сух.}} \cdot 100}, \text{ где}$$

C – массовая доля металла, определяемого в пробе донных осадений, млн⁻¹;

A_1 – оптическая плотность калибровочного раствора, мБ;

A_2 – оптическая плотность исследуемого раствора, мБ;

A_3 – оптическая плотность неселективного поглощения, мБ;

A_p – оптическая плотность раствора холостого опыта, мБ;

C_1 – концентрация калибровочного раствора, мкг/мл;

V – объём исследуемого раствора, мл;

q – содержание гигроскопического объёма воды в пробах донных осадений, %;

$\Delta P_{\text{возд.сух.}}$ – масса воздушно-сухой пробы донных отложений, г.

Количественные показатели подвижных форм тяжёлых металлов в донных отложениях рассчитывались соответственно ПНД Ф 16.1:2.21.98 и «Методике выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом» (Методические указания, 1990) в учебно-научной лаборатории геоэкологического мониторинга кафедры Геоэкологии и природопользования СПбГУ

Результаты атомно-абсорбционного анализа содержания тяжёлых металлов в донных отложениях акватории полуострова Челекен и в почвах города Хазар (Челекен) сравнивались с фоновыми концентрациями. Для получения фоновых значений сравнили концентрацию тяжёлых металлов и макрокомпонентов в пробах почв незагрязнённых участков. Определялся суммарный показатель загрязнения. Для оценки общего загрязнения почвы тяжёлыми металлами был определён суммарный показатель для каждого участка относительно фоновых концентраций по формуле Аринушкина Е.А., 1970):

$$Z = \sum K_i - (n-1),$$

где Z – суммарный показатель загрязнённости по нескольким (i) компонентам;
 K_i – коэффициент загрязнения.

$$K_i = C_i / \text{ПДК},$$

где C_i – концентрация измеряемого компонента; ПДК $_i$ – предельно допустимая концентрация измеряемого компонента или

$$K_i = C_i / C_{\text{ф}} ,$$

где $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация измеряемого компонента.

3.4.3. Аргентометрический метод определения хлорид-ионов по Мору.

Данный метод основан на образовании хлорида серебра. Для этого было проведено экстрагирование вытяжки, которую разбавили хромовокислым калием. Далее титровали до образования красно-бурой окраски. Для расчёта хлорид-ионов была использована формула (Методические указания, 2011):

$$x = \frac{V \cdot c \cdot 500}{V_1} , \text{ где}$$

x – количество ионов хлорида;

V – объём раствора азотнокислого серебра, мл;

V_1 – объём водной вытяжки, мл;

c – концентрация раствора азотнокислого серебра, моль/мл;

500 – коэффициент пересчёта на 100 г почвы

Результаты сравнивались с фоновыми показателями незагрязнённых почв. Расчёты проводились соответственно ГОСТу 26425-85 и «Физико-химическим методам оценки качества почв» в Экологической лаборатории Института пустынь Туркменистана.

3.4.4. Метод отделения ионов сульфата в водной вытяжке.

Проведение данного метода заключалось в приливании раствора к анализируемому образцу с последующим фотометрированием на спектрофилтре. Массовая доля солей вычислялась по формуле (Методические указания, 2011):

$$x = c \cdot 0,048, \text{ где}$$

c – количество эквивалентов ионов сульфата, ммоль в 100 г;

0,048 – коэффициент пересчёта в проценты.

Расчёты проведены соответственно ГОСТ 26426-85 и «Физико-химическим методам оценки качества почв» (Методические указания, 2011) в Экологической лаборатории Института пустынь Туркменистана.

3.4.5. Флуориметрический метод определения нефтепродуктов в донных отложениях акватории полуострова Челекен.

Данный метод использовался для вычисления массовой доли нефтепродуктов в образцах донных отложений. Был применён анализатор жидкости "Флюорат-02". Образцы подвергались экстракции нефтепродуктов хлористым метиленом с дальнейшим анализированием на приборе. Массовые доли нефтепродуктов в образцах донных отложений вычислялись по формуле (Методика, 1990):

$$x = \frac{(C_{\text{изм}} \cdot K - C_{\text{хол}}) \cdot V_{\Gamma}}{M}, \text{ где}$$

x – концентрация нефтепродуктов в пробе почвы, мг/г;

$C_{\text{изм}}$ – массовая концентрация нефтепродуктов в гексановом растворе, измеренная на анализаторе, мг/дм³;

K – соотношение объёмов полученного разбавленного экстракта и исходного;

m – масса навески пробы, г

Расчёты проводились соответственно ПНД Ф 16.1:2.21-98 в учебно-научной лаборатории геоэкологического мониторинга Института наук о Земле СПбГУ.

Глава 4. Оценка экологического состояния юго-восточного побережья Каспийского моря

4.1. Оценка загрязнения донных отложений в прибрежной зоне полуострова Челекен

Наиболее объективными факторами оценки экологической обстановки морской среды являются донные отложения (Лебедев Л.И., Маев Е.Г., Бордовский О.К., Кулаков Л.С., 1973). Они накапливают загрязнители и являются хорошими определителями экологического состояния морского дна. Для оценки экологической ситуации в акватории полуострова Челекен в результате развития нефтегазовой отрасли автором было отобрано 20 образцов донных отложений вокруг полуострова. В качестве фоновых были использованы образцы донных отложений акватории Северо-Челекенской косы вблизи Хазарского государственного заповедника. Здесь ранее никогда не велась буровая деятельность, отсутствуют объекты промышленного назначения и сток бытовых вод. Данные по содержанию подвижных форм тяжёлых металлов в каждой точке отбора проб приведены в таблице 5.

Таблица 5

Содержание подвижных форм тяжёлых металлов в донных отложениях акватории полуострова Челекен, мг/кг

№	Привязка		Zn	Cu	Co	Cd	Pb	Ni	Mn	Fe	Cr
	Долгота	Широта									
1	53,45	39,35	1,9	1,0	0,4	0,08	3,8	0,6	106	72	1,9
2	53,04	39,51	1,8	0,5	0,2	0,05	1,1	0,4	65	94	0,5
3	53,19	39,56	2,3	0,6	0,2	0,03	2,6	0,1	68	131	0,7
4	53,18	39,36	1,7	0,8	0,4	0,07	3,2	0,2	7	94	0,7
5	53,13	39,36	2,4	1,0	0,3	0,06	3,3	0,5	67	199	0,7
6	53,09	39,40	1,8	0,9	0,2	0,04	2,6	0,12	68	99	0,8
7	53,14	39,50	1,8	0,8	0,5	0,03	2,8	0,59	96	132	1,3
8	53,12	39,37	1,5	0,9	0,3	0,02	2,7	0,7	74	114	0,5
9	53,12	39,48	3,2	0,2	0,4	0,01	2,9	3,5	85	172	0,9
10	53,10	39,46	1,7	0,1	0,1	0,01	1,7	0,1	68	106	0,7

11	53,08	39,42	1,8	0,1	0,2	0,02	2,7	-	89	128	0,7
12	53,09	39,44	1,5	-	0,1	0,04	1,7	-	77	133	0,8
13	53,31	39,70	1,3	-	0,1	0,04	4,4	-	87	75	1,4
14	53,06	39,44	1,1	-	0,1	0,04	2,7	-	58	85	0,4
15	53,16	39,53	1,3	-	0,1	0,02	1,9	0,1	60	80	0,4
16	53,07	39,36	1,4	-	0,1	0,04	3,0	0,4	66	88	0,5
17	53,19	39,25	1,9	-	0,1	0,02	3,8	0,6	70	137	0,6
18	53,20	39,36	1,2	-	0,1	0,03	2,6	0,3	52	74	0,2
19	53,17	39,16	1,5	-	0,2	0,05	3,1	0,4	61	93	0,4
20	53,12	39,24	1,3	0,1	0,1	0,05	7,9	0,6	77	62	1,7

В таблице 6 приведены данные, полученные в результате химических анализов, из которых следует, что состав донных отложений характеризуется изменчивостью, большими показателями коэффициентов вариации. При сопоставлении с кларками по Виноградову выявлено повышенное содержание в донных отложениях исследованной территории кадмия, свинца и кобальта. На среднем уровне находится значение цинка и меди. Наименьшие показатели характерны для хрома, никеля, марганца и железа.

Таблица 6

**Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях акватории полуострова
Челекен (n=20)**

Элементы	Содержание подвижных форм тяжёлых металлов, мг/кг						КК
	М	Min	Max	S	C _{var} , %	n	
Цинк	1,8	1,1	3,2	0,5	28	20	0,02
Медь	0,6	0,02	1,0	0,4	69	11	0,01
Кобальт	0,2	0,01	0,5	0,2	67	20	0,011
Кадмий	0,04	0,001	0,09	0,02	48	20	0,307
Свинец	3,1	1,1	7,9	1,4	45	20	0,19
Никель	0,4	0,1	0,7	0,2	48	15	0,01
Марганец	71	7	107	20	29	20	0,071
Железо	109	62	200	35	32	20	0,0023
Хром	0,8	0,3	1,9	0,4	52	20	0,01

n – количество проб, М – среднее арифметическое значение, S – стандартное отклонение, min – минимальное значение, max – максимальное значение, C_{var} – коэффициент вариации, КК – кларк концентрации (Современные проблемы географии..., 2014).

Степень концентрирования тяжёлых металлов в донных отложениях относительно их фонового содержания приведена в таблице 7, из количественных показателей которой следует, что наиболее распространёнными металлами являются медь, кобальт, никель и железо. Их значения превышают фоновые показатели в 6, 4, 1,5 раза. Причины повышенных концентраций металлов подробно описываются далее.

Таблица 7

Коэффициенты концентрации химических элементов

Элементы	C_{ϕ}	C_i	K_c
Zn	1,35	1,8	1,3
Cu	0,1	0,6	6
Co	0,05	0,2	4
Cd	0,04	0,04	1
Pb	4,46	3,1	0,7
Ni	0,1	0,4	4
Mn	87,9	71	0,01
Fe	75,4	109	1,5
Cr	1,48	0,8	0,5

C_{ϕ} - фоновое содержание элемента в сухом остатке донных отложений, C_i - фактическое содержание элемента в сухом остатке донных отложений, K_c - коэффициент концентрации химического элемента (Аринушкина Е.В., 1970).

Анализ содержания тяжёлых металлов и нефтепродуктов в донных осадках позволяет оценить характер пространственного распределения загрязняющих веществ и выявить основные источники антропогенного воздействия на акваторию вокруг полуострова Челекен. В результате атомно-абсорбционного анализа на содержание тяжёлых металлов в образцах и по результатам анализа пространственного распределения поллютантов в донных отложениях (рис.11-19) можно сделать вывод об основных источниках загрязнения акватории полуострова Челекен.

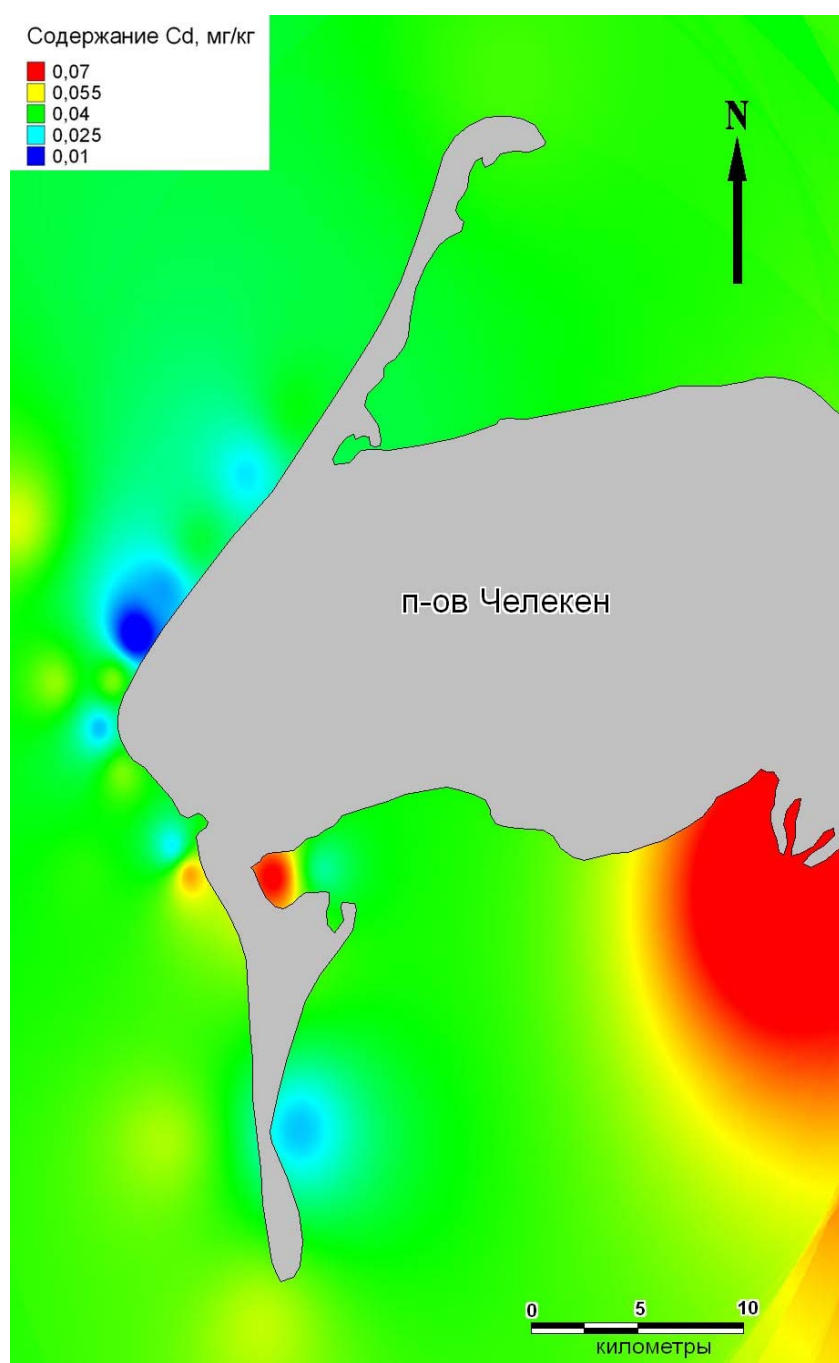


Рис.11. Пространственное распределение кадмия в акватории полуострова Челекен

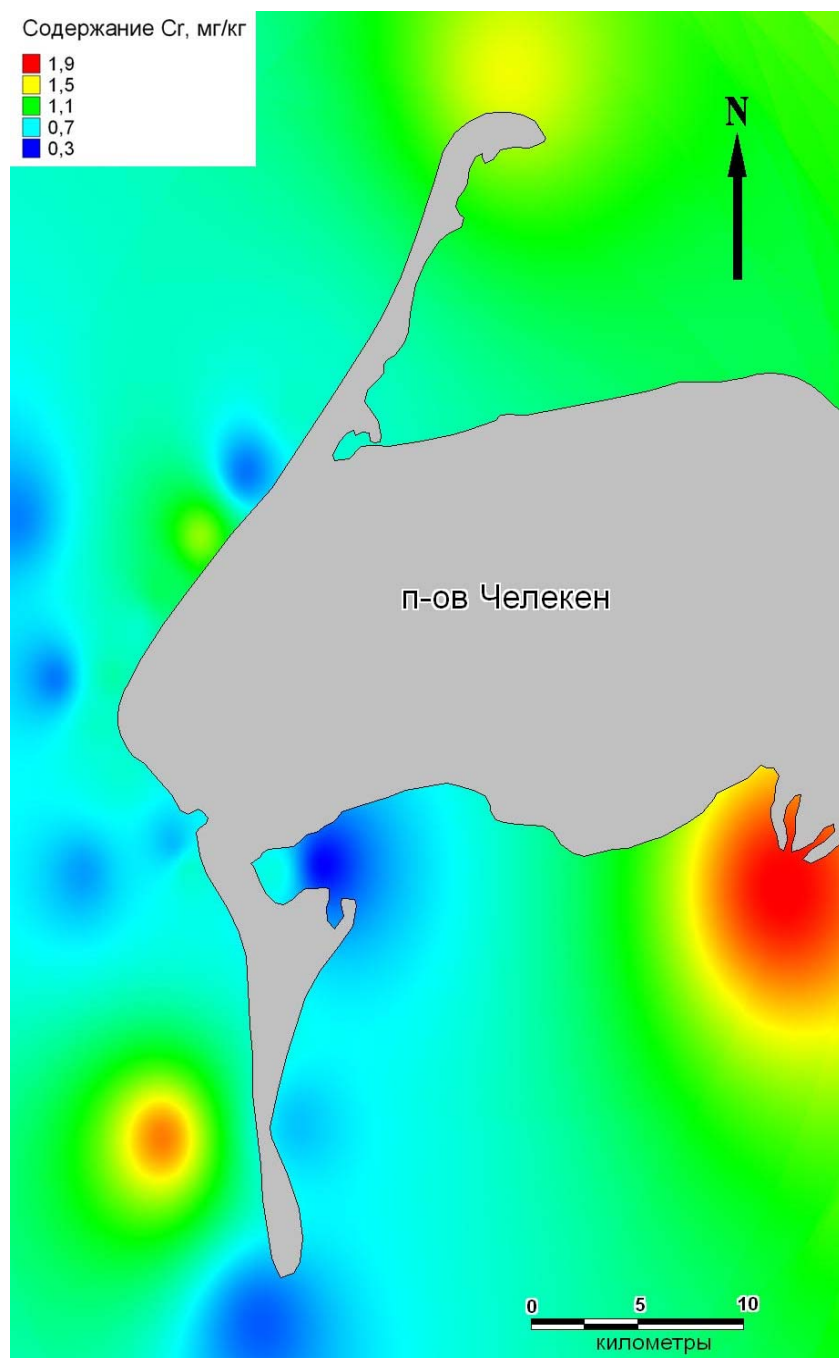


Рис.12. Пространственное распределение хрома в акватории полуострова Челекен

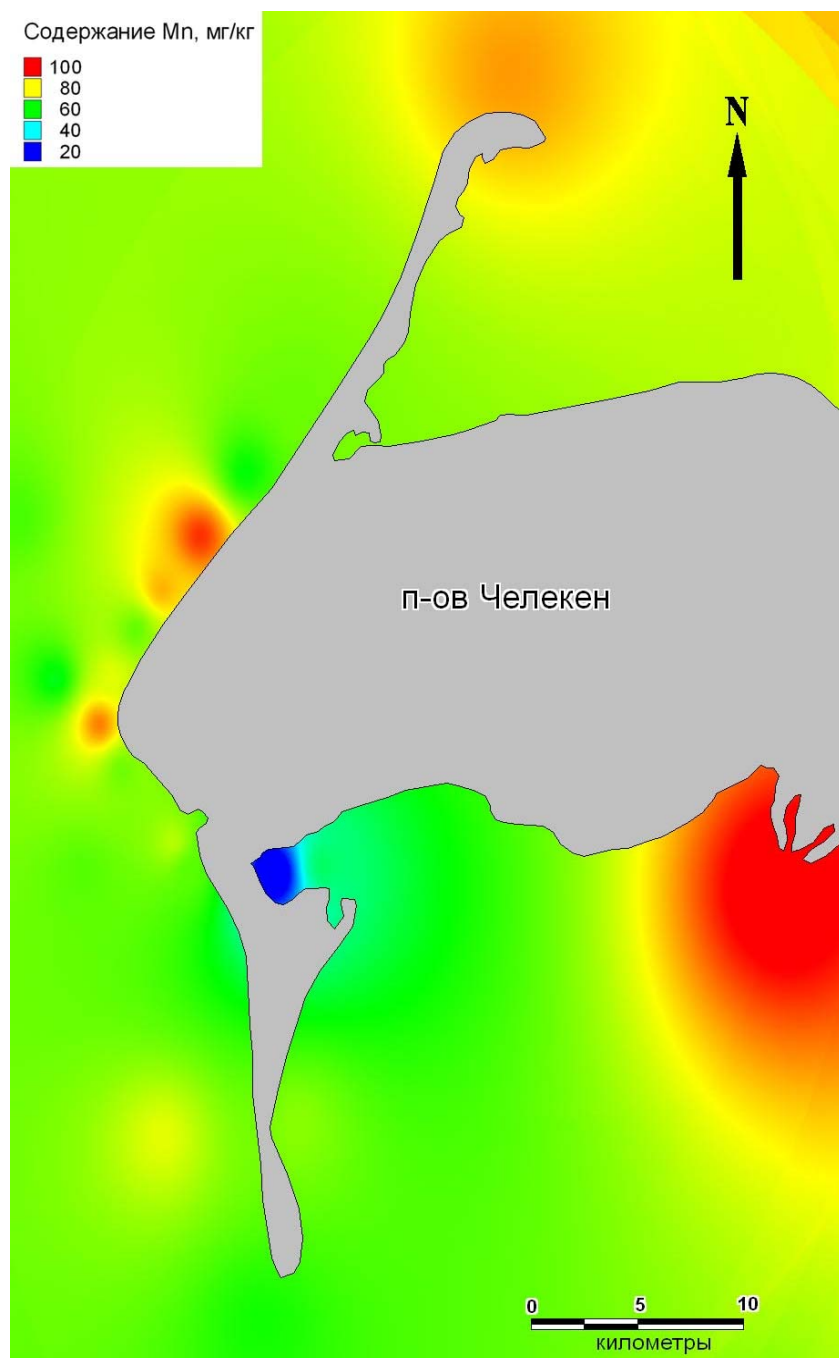


Рис.13. Пространственное распределение марганца в акватории полуострова Челекен

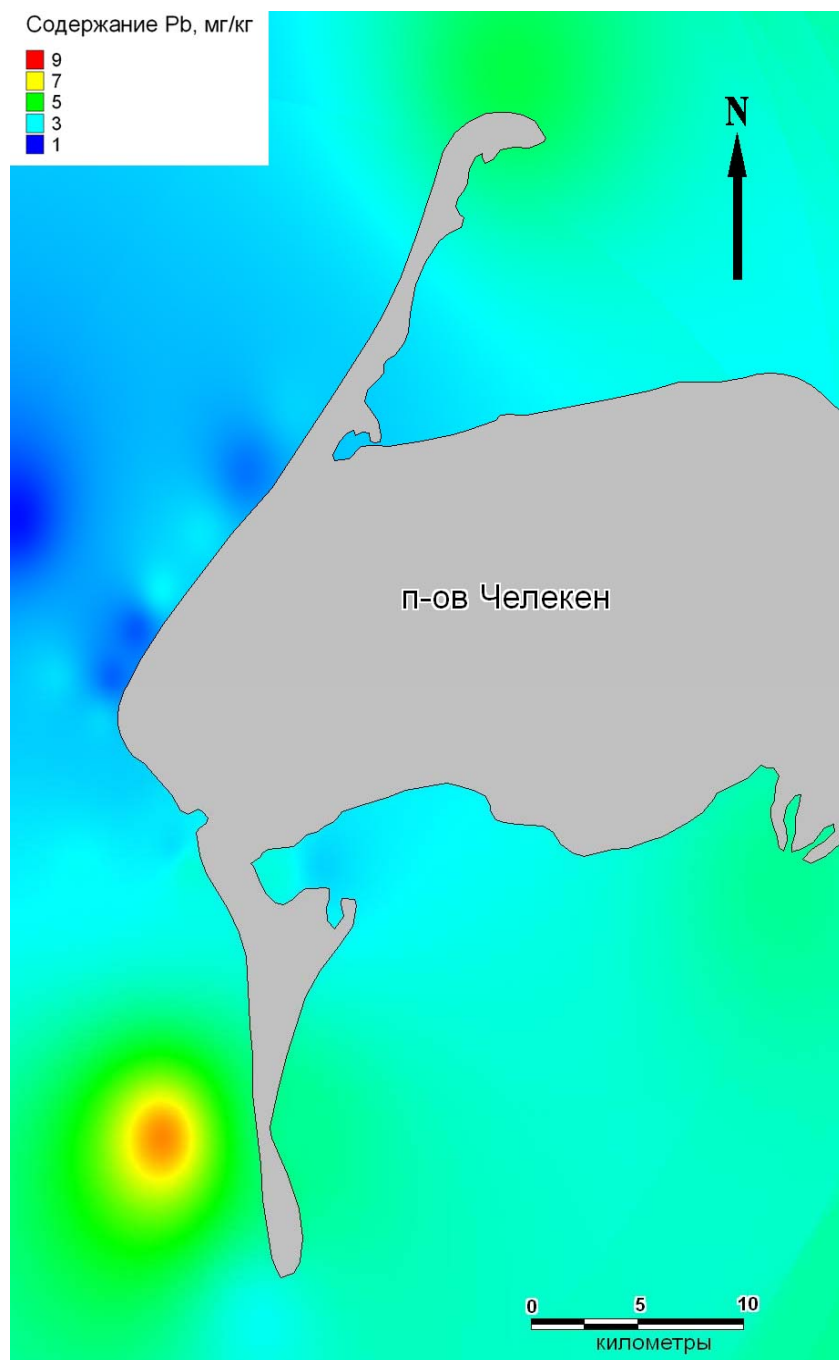


Рис.14. Пространственное распределение свинца в акватории полуострова Челекен

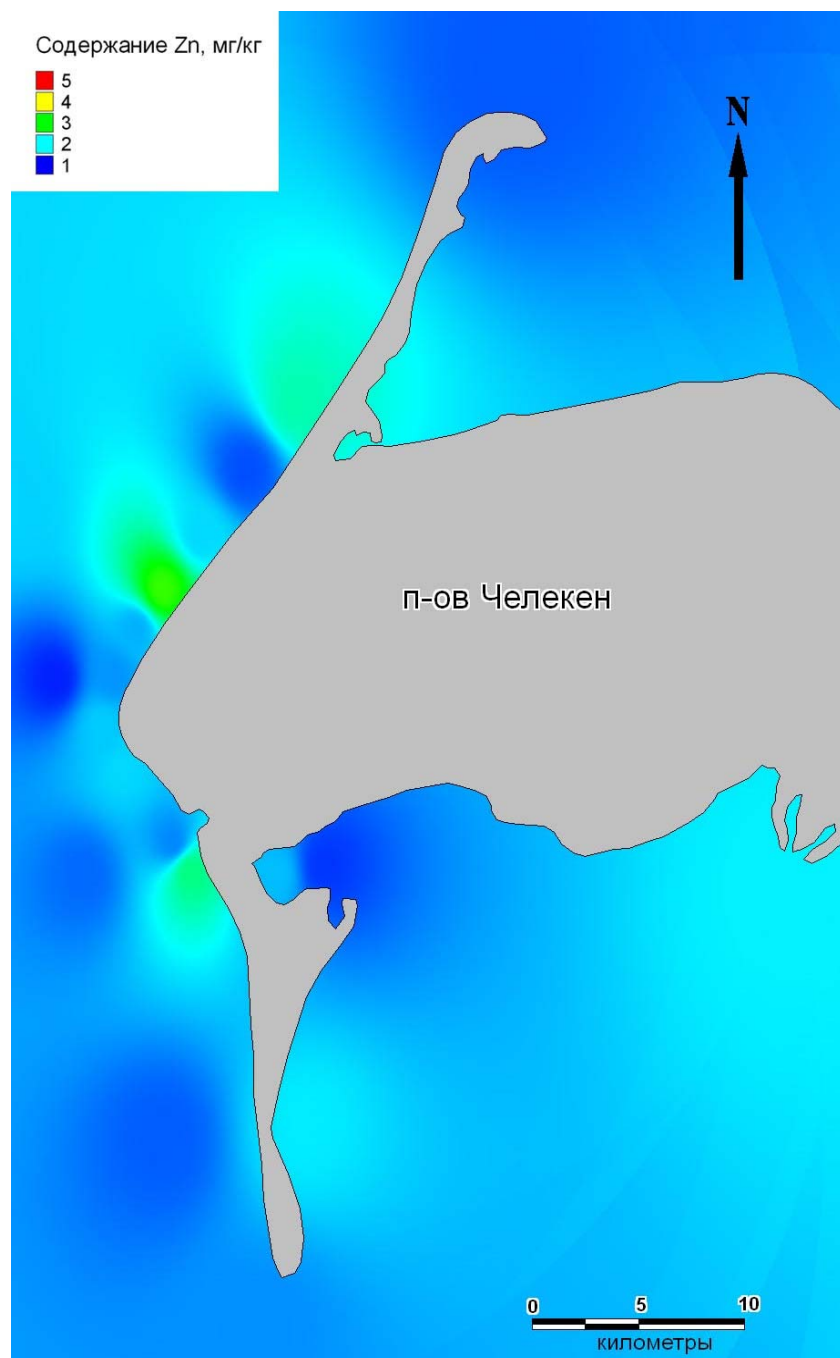


Рис.15. Пространственное распределение цинка в акватории полуострова Челекен

Исходя из пространственного распределения данных поллютантов в донных отложениях (рис.11-15), можно установить источники их поступления в акваторию полуострова Челекен. Распределение кадмия в Южно-Челекенском заливе (рис.11) может носить как природный, так и антропогенный характер. Высокие концентрации металла приурочены к илистой фракции осадков. Если говорить о техногенной природе загрязнения, то источниками могут служить расположенные вблизи танкерные причалы.

Концентрация хрома и марганца не превышает фоновые показатели, а по данным пространственного распределения (рис.12-13) основной источник поступления приурочен к акватории Хазарского химического завода. Источником поступления марганца служат расположенные в районе Челекенского мыса ликвидированные нефтяные скважины. Используя схему морских течений, можно сделать вывод, что поллютант выносится из источника загрязнения (по течению северной направленности) и аккумулируется в прибрежной зоне, приходящейся на акваторию завода. Повышенная концентрация хрома связана с поступлением органического вещества сточными водами, а также минеральным составом донных отложений. В акватории повышенной концентрации хрома преобладают глинистые илы, являющиеся хорошим природным сорбентом.

Содержание свинца и цинка в донных отложениях ниже фоновых показателей. Максимальная концентрация свинца (рис.14) была зафиксирована в акватории танкерного причала в районе Южно-Челекенской косы. Цинк поступает в акваторию (рис.15) с промышленными выбросами Хазарского химического завода.

В структуре загрязнения донных отложений основная масса приходится на медь, концентрация которой в шесть раз превышает фоновые значения. Пространственное распределение меди в донных осадках (рис.16) свидетельствует, что участки повышенных концентраций приурочены к районам отбора проб с участка №9 (Хазарский химический завод), №8, 5 (город Хазар), №4 (танкерный причал Гарагёль), №8 (водно-болотные угодья Хазарского государственного заповедника).

Увеличение содержания меди в донных отложениях связано с природными и антропогенными процессами. Рост концентраций меди обусловлен характером донных отложений акватории, образованием органических комплексов в донных осадках, где основным материалом отложений является биогенное вещество (точка №8, №4), сорбцией меди глинистыми частицами (№5, 8). Антропогенным фактором увеличения содержания меди является сброс промышленных стоков (№9).

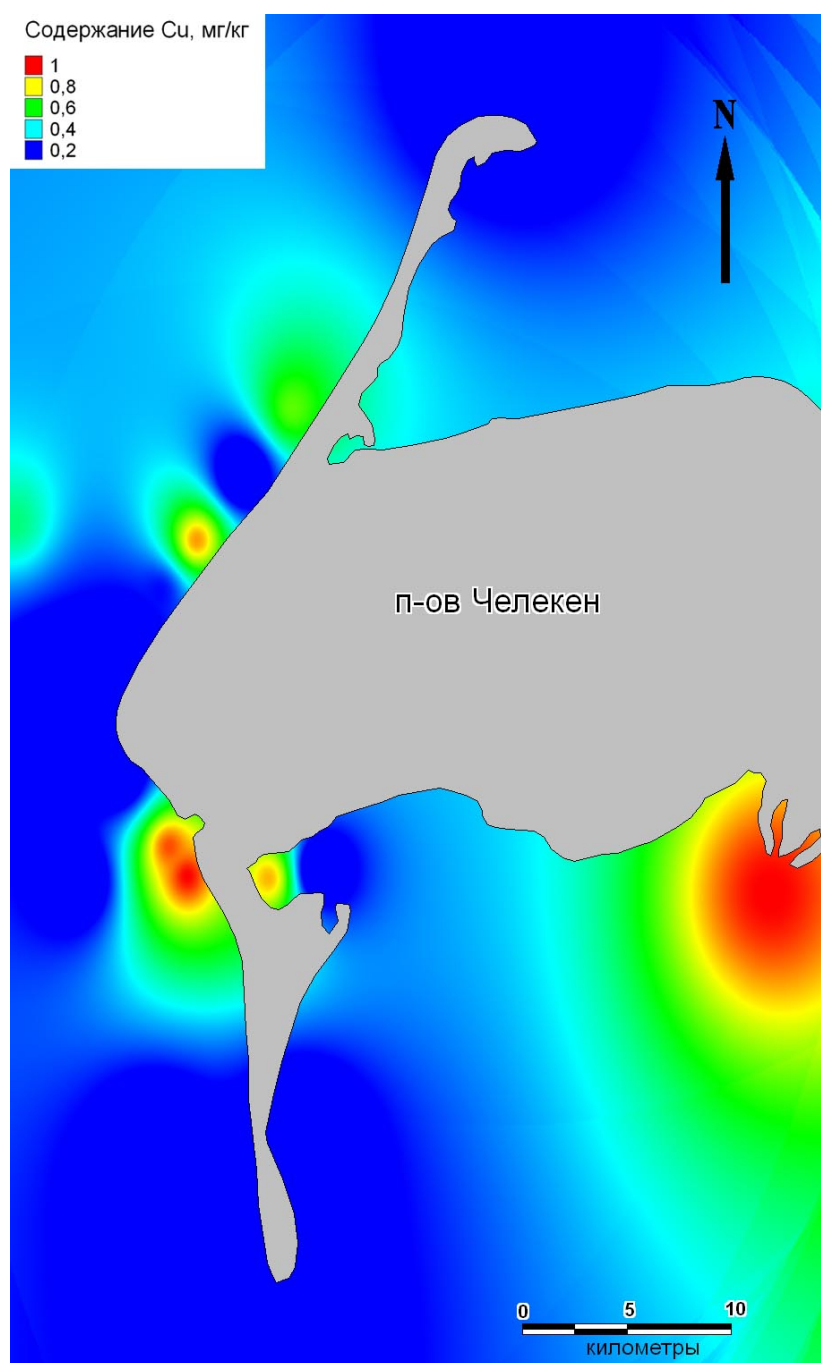


Рис.16. Пространственное распределение меди в акватории полуострова Челекен

Из расчётов следует, что концентрация кобальта в 4 раза выше фоновых показателей. Повышенное значение кобальта (рис.17) наблюдается на участке №7, 9 (Хазарский химический завод). Причиной является активность химического предприятия и сорбционные процессы.

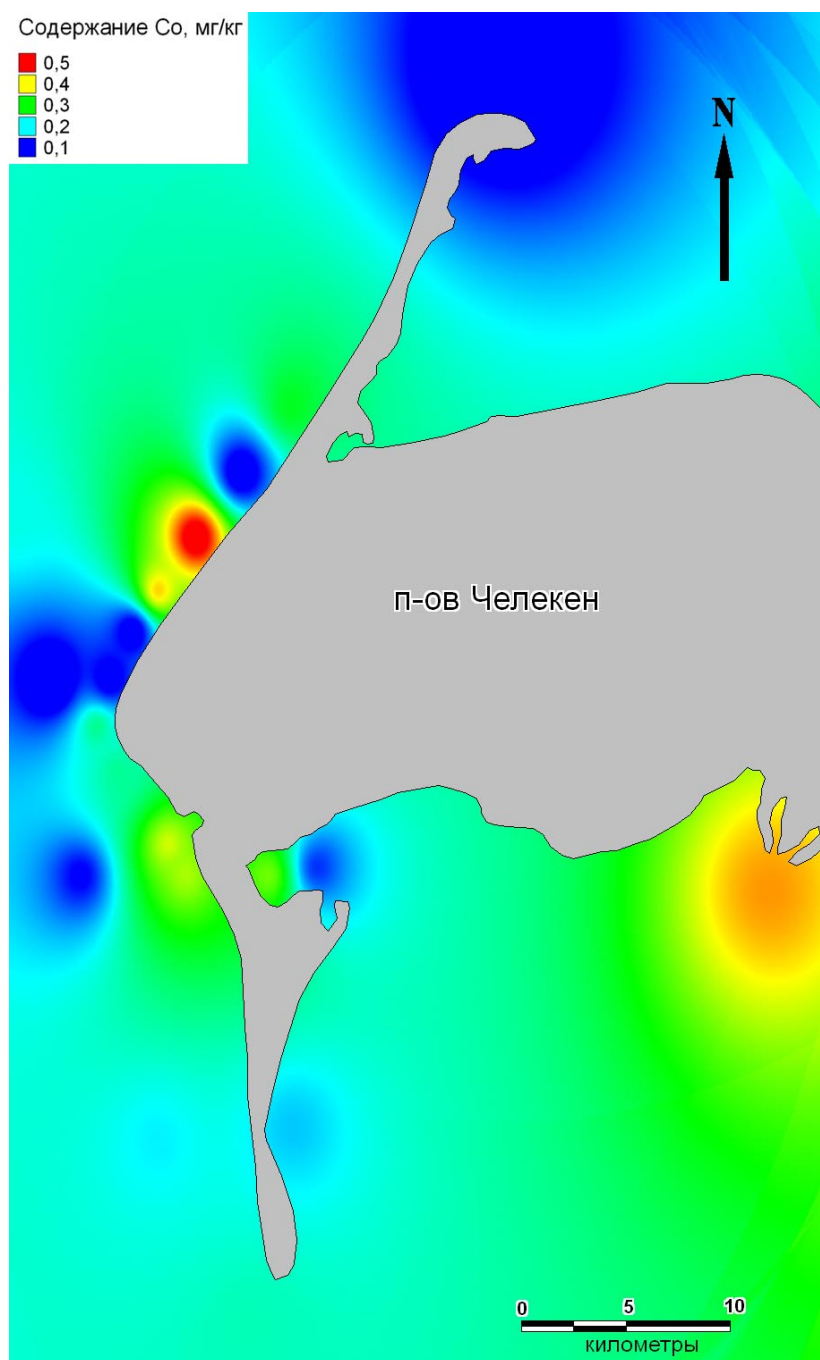


Рис.17. Пространственное распределение кобальта в донных отложениях акватории полуострова Челекен

Концентрация никеля превышает фоновые показатели в 4 раза. При оценке пространственного распределения повышенные концентрации (относительно фонового содержания) определены в следующих точках пробоотбора (рис.18): участок №7 – акватория Хазарского сажевого завода, №11 и 6 – территория исторического загрязнения нефтью, №20 и 17 – танкерные причалы и порты. Основная причина

повышенных значений никеля – поступления в окружающую среду при сжигании угля и нефти.

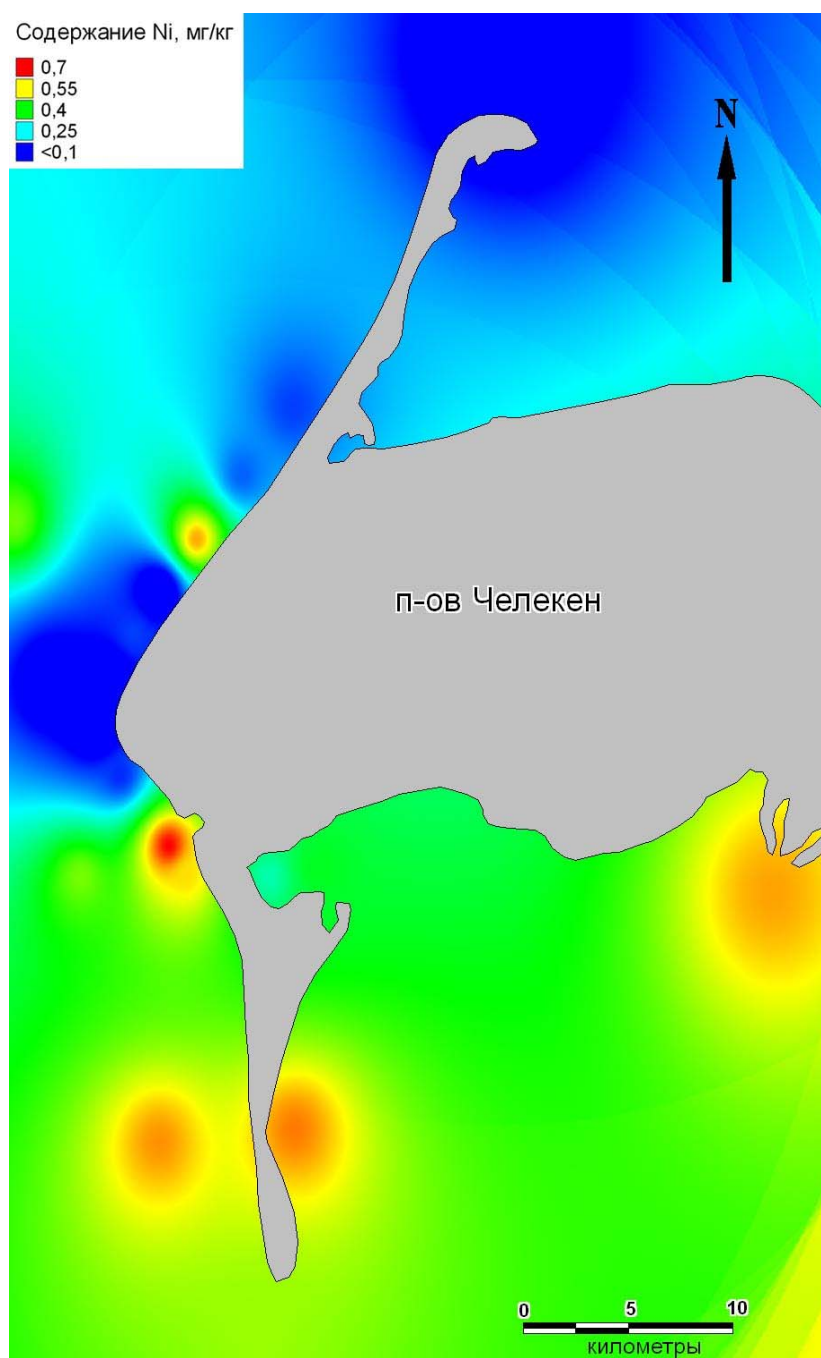


Рис.18. Пространственное распределение никеля в акватории полуострова Челекен

Следующий элемент – железо, превышает фоновые показатели незначительно (1,5 раза). Повышенная концентрация железа наблюдается между участками 6 и 20 (рис.19). Причину можно объяснить стагнацией вод, так как пробы были отобраны в летний период, наблюдается дефицит кислорода, отсутствует вертикальная циркуляция водных масс.

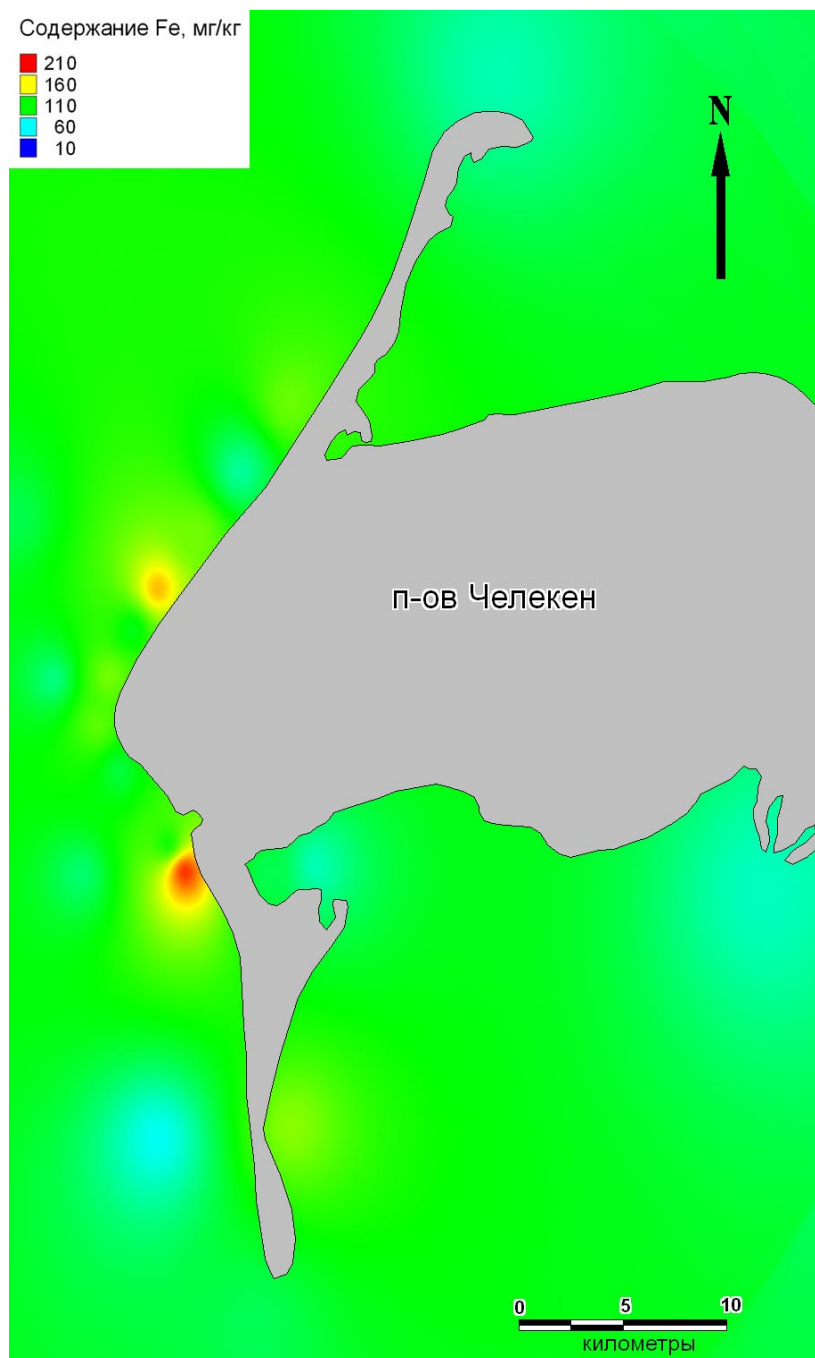


Рис.19. Пространственное распределение железа в прибрежной зоне полуострова Челекен

По результатам флуориметрического метода анализа нефтепродуктов значимые концентрации нефтяных углеводородов были определены во всех образцах донных отложений (табл.8).

Таблица 8

**Содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях акватории
полуострова Челекен**

№ Пробы	С_{изм}, мг/л	V_г, л	С, мг/г (г/кг)	С, мг/кг
1	1,123	0,025	0,03	28,08
2	1,029	0,025	0,03	25,73
3	1,428	0,025	0,04	35,70
4	1,147	0,025	0,03	28,68
5	2,806	0,025	0,07	70,15
6	1,654	0,025	0,04	41,35
7	2,177	0,025	0,05	54,43
8	1,617	0,025	0,04	40,43
9	1,986	0,025	0,05	49,65
10	2,232	0,025	0,06	55,80
11	3,44	0,025	0,09	86,00
12	3,35	0,025	0,08	83,75
13	1,417	0,025	0,04	35,43
14	1,324	0,025	0,03	33,10
15	1,112	0,025	0,03	27,80
16	1,303	0,025	0,03	32,58
17	3,395	0,025	0,08	84,88
18	2,08	0,025	0,05	52,00
19	2,828	0,025	0,07	70,70
20	0,657	0,025	0,02	16,43

С_{изм} - массовая концентрация нефтепродуктов в гексановом растворе, V_г – конечный объём гексанового раствора, С – массовая концентрация нефтепродуктов

Содержание *нефтяных углеводородов* в донных осадках исследованной территории изменялось в диапазоне от 26 мг/кг (участок №20) до 86 мг/кг (участки №6, 8, 11, 14, 17, 19), что соответствует диапазону допустимых концентраций в донных осадках для гидробионтов (Патин,1997).

По результатам проведённых анализов в прибрежной зоне полуострова Челекен выделяется 4 района с незначительно повышенными концентрациями нефтяных углеводородов (рис. 20).

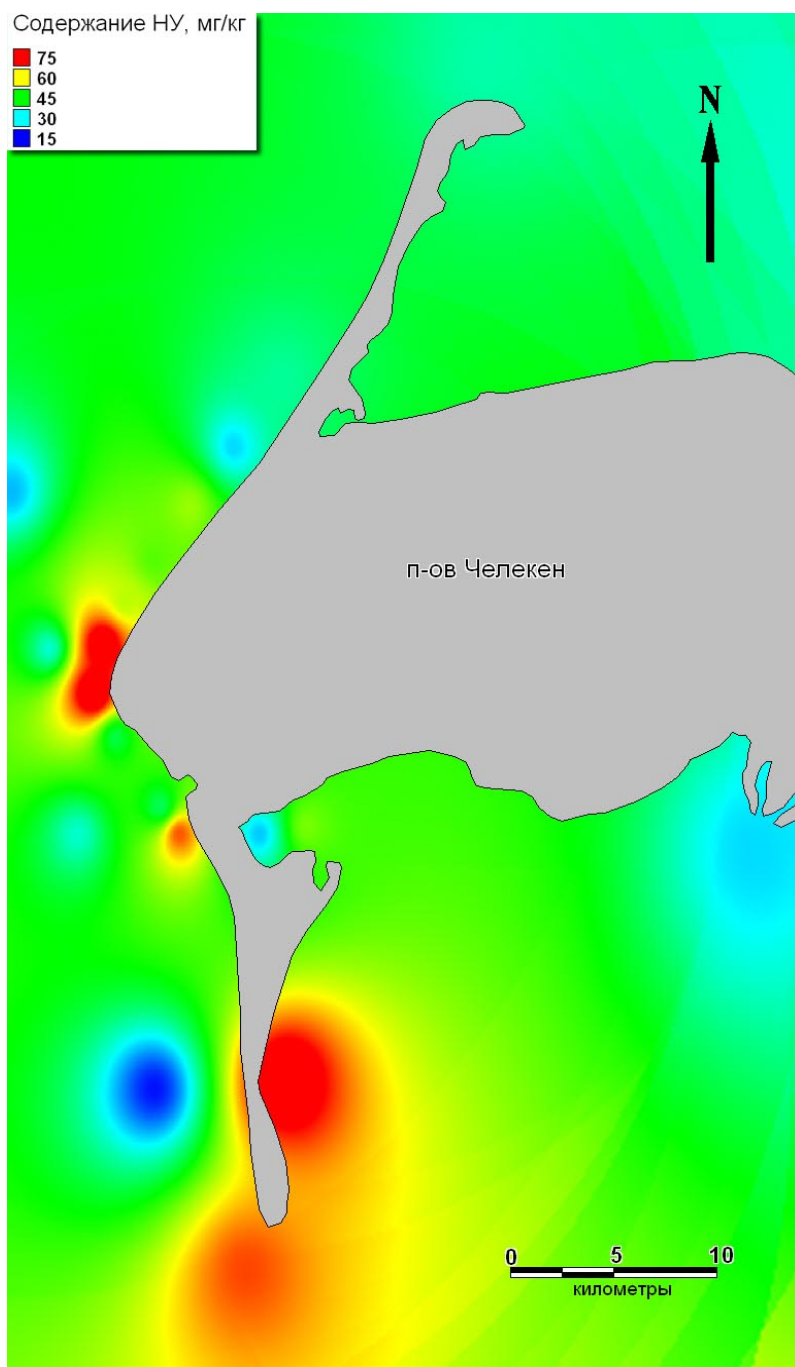


Рис. 20. Пространственное распределение нефтяных углеводородов в акватории полуострова Челекен

Максимальная концентрация нефтяных углеводородов в донных отложениях приурочена к южной зоне полуострова Челекен (Южно-Челекенская коса) и к западу полуострова (Кертгая) в пределах 84 – 86 мг/кг. Эти зона танкерных причалов, морского порта, заброшенной нефтяной скважины и исторического загрязнения, вызванного разливами нефти.

4.2. Оценка загрязнения почв города Хазар (Челекен)

На небольшой по площади территории города Хазар, занимающего южную оконечность Челекенского мыса (рис.21), расположено большое количество промышленных объектов.



Рис.21. Город Хазар (Челекен)

В связи с интенсивным развитием нефтегазовой отрасли Западного Туркменистана, территория города подвергается техногенной нагрузке и экологическому риску. Для того, чтобы проанализировать экологическую ситуацию в городе и выявить его наиболее уязвимые участки, у крупных промышленных объектов и автомобильных дорог были заложены точки отбора проб. Всего 17 участков.

По результатам оценки загрязнения почв микроэлементами (Pb, Zn, Ni, Cd, Co, Cu, Mn, Fe) и макрокомпонентами (Na+K, Ca, Mg, сульфаты, HCO₃, хлориды) можно проследить динамику экологического состояния полуострова и выявить его уязвимые участки. Данные химического анализа представлены в таблице 9.

Таблица 9

Содержание тяжёлых металлов в почвах города Хазар, мг/кг

№ т/о	Ca	Mg	Na+K	HCO ₃	SO ₄	Cl	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cd
1	154	476	8983	360	940	1544	1951	547	29	28	25	27	11	-
2	2344	468	9002	359	876	1780	20331	531	30	29	25	27	10	-
3	145	466	92596	345	850	2090	15688	-	21	25	28	26	13	2
4	216	450	9408	392	880	1607	20544	521	26	26	30	25	12	-
5	1786	501	8700	319	890	1897	23475	-	29	23	26	27	12	2
6	2246	498	9754	346	897	2006	19655	-	28	22	27	26	11	-
7	1998	540	9376	330,5	928	1690	16001	529	27	28	29	27	11	-
8	1940	520	8944	397	910	1509	14996	-	30	30	30	28	11	3
9	1790	511	8033	350	908	1788	17655	531	28	30	39	30	11	-
10	207	493	9555	327	891,5	2001	21333	515	27	32	30	29	12	-
11	165	505	8864	371	904,5	1989	17655	532	30	29	29,2	30	11	-
12	201	522	7996	318,5	917,5	1800	14222	523	28	29	28,5	25	10	-
13	184	550	8085	388	944,5	1633,5	1934	549	28,5	27,5	23,5	27	11	-
14	193	530	9877,5	346,5	903,5	1763,5	21334	518	25,5	30	24	28	12	-
15	218,5	485	7965	325	865,5	1977,5	1677	515	26	30	24,5	29	11	-
16	203	450	7690	310	896	1765	1940	502	23	29	23	28	10	-
17	211	465	8670	350	895	1630	1850	504	21	28	26	27	10	-

Результаты атомно-абсорбционного и химического анализов сравнивались с предельно допустимой концентрацией (ПДК) и фоновыми концентрациями (ФК). В качестве фоновых значений принимались образцы почвы с незагрязненного участка, расположенного вдали от промышленных объектов. Фоновые концентрации макро- и микроэлементов приведены в таблице 10.

Таблица 10

Фоновые значения концентраций (C_{ϕ})

Элементы	C_{ϕ} , мг/кг
Ca	1346
Mg	441
Na+K	7854
HCO ₃	320
SO ₄	855
Cl	1434
Fe	13870
Mn	537
Cu	123
Zn	40
Pb	30
Ni	55,4
Co	19,4
Cd	3

Анализ содержания химических элементов в почвах города Хазар, позволяет сделать вывод об отсутствии высоких концентраций тяжелых металлов в почвах (рис.22-25). Исключение составляет незначительное увеличение концентрации свинца (39мг/кг при ПДК– 30 мг/кг) на периферии города (рис22).

Незагрязненные почвы исследованной территории характеризуются незначительным природным содержанием кадмия и кобальта (рис.23). Собственно минералов кадмия очень мало (гринокит, отавит, селенид, монтепонит), и они редки. Увеличение концентраций кадмия и кобальта в почвах города Хазар может быть связано с поступлением этих металлов вследствие сжигания угля или нефти.

Железо, содержащееся в грунтах на исследуемой территории, имеет природное происхождение и его наличие обусловлено составом породообразующих минералов. Максимальное содержание железа составляет 23475 мг/кг, что незначительно превышает фоновые значения (Алесаян С.Н., 2003). Железо неравномерно распределяется по глубине почвы, аккумулируясь в глинистых минералах (рис.24). Это подтверждается данными рентгенофазового анализа.

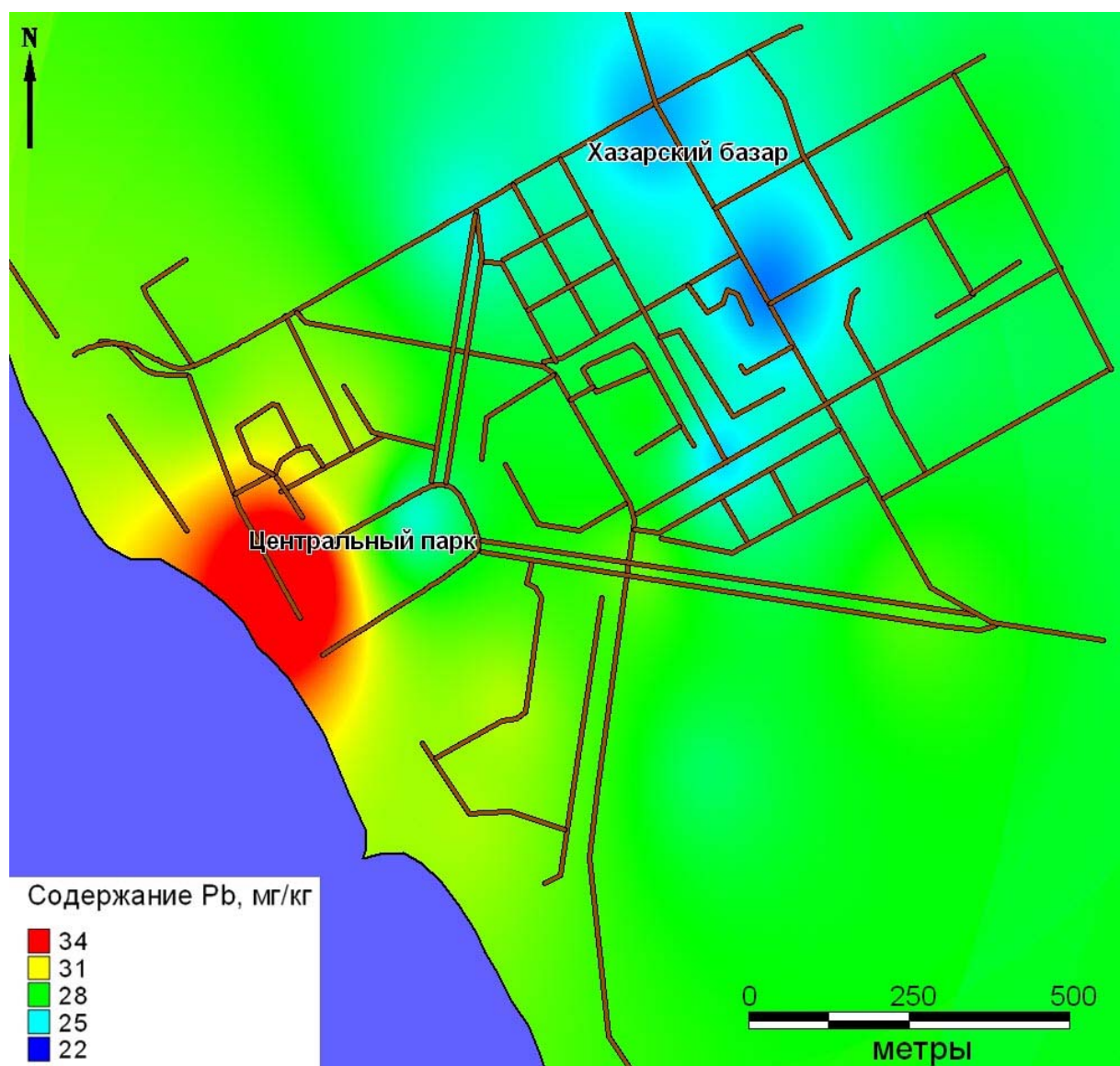


Рис.22. Пространственное распределение свинца в почвах города Хазар (Челекен)

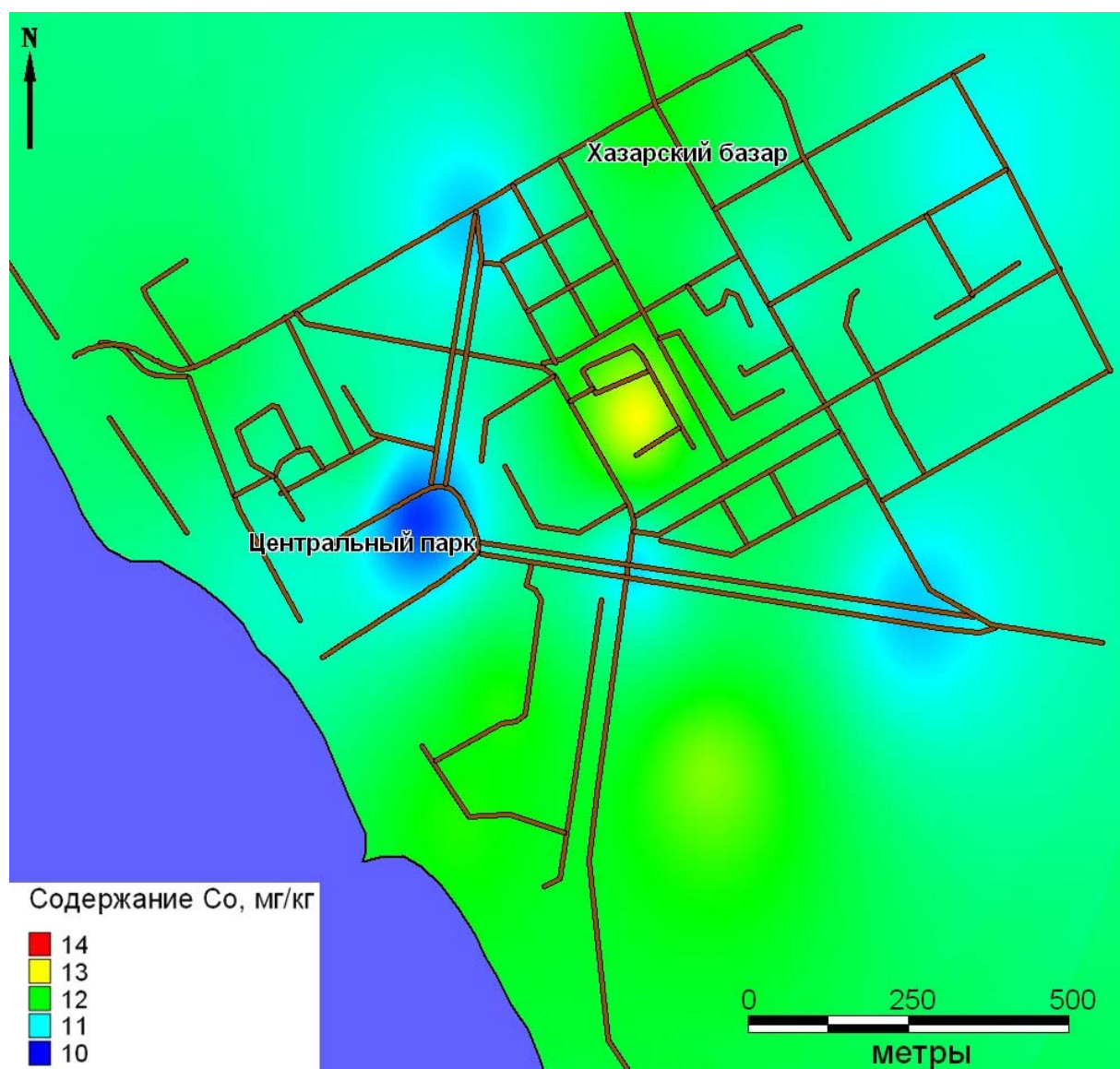


Рис.23. Пространственное распределение кадмия в почвах города Хазар (Челекен)

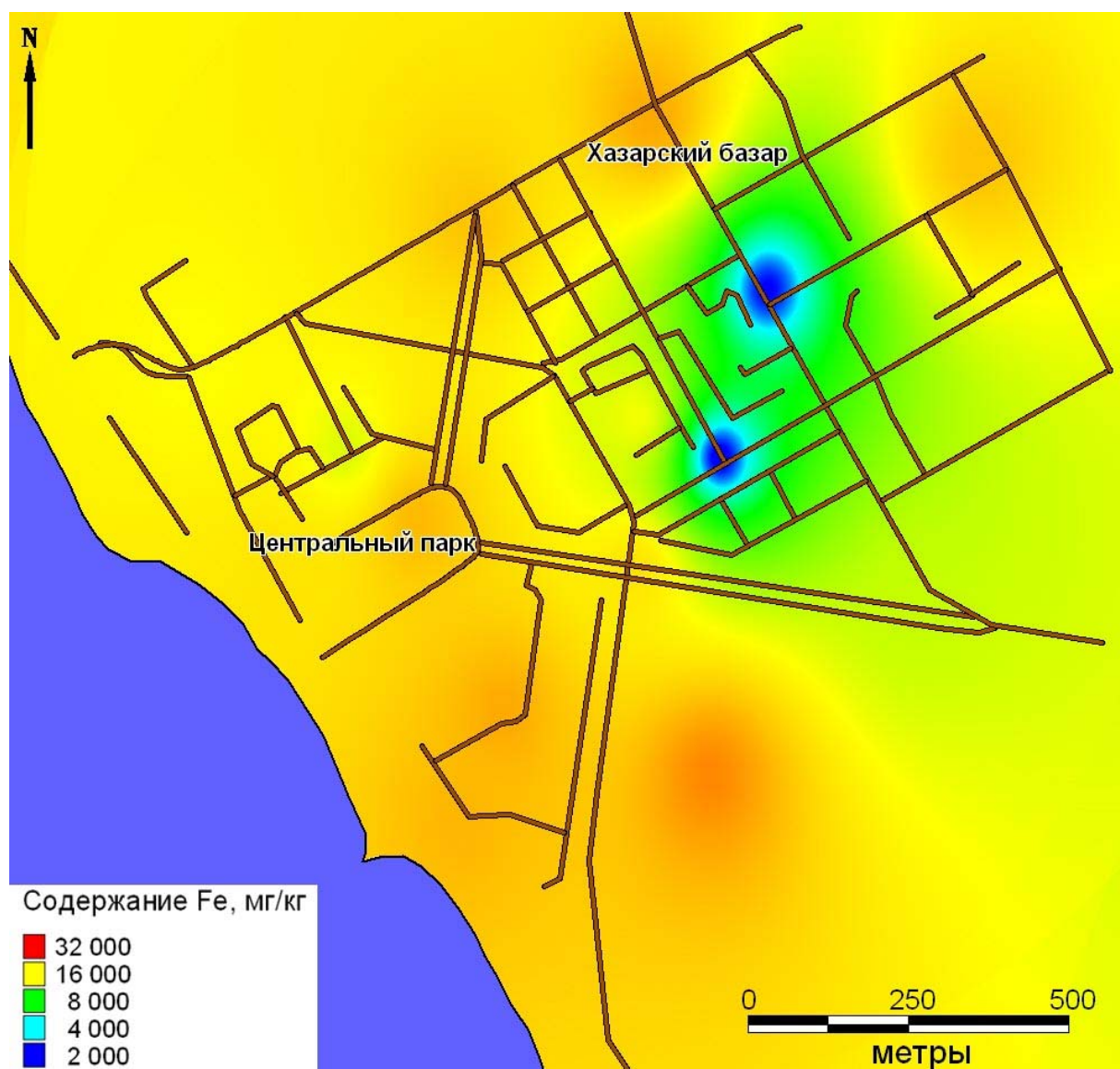


Рис.24. Пространственное распределение железа в почвах города Хазар (Челекен)

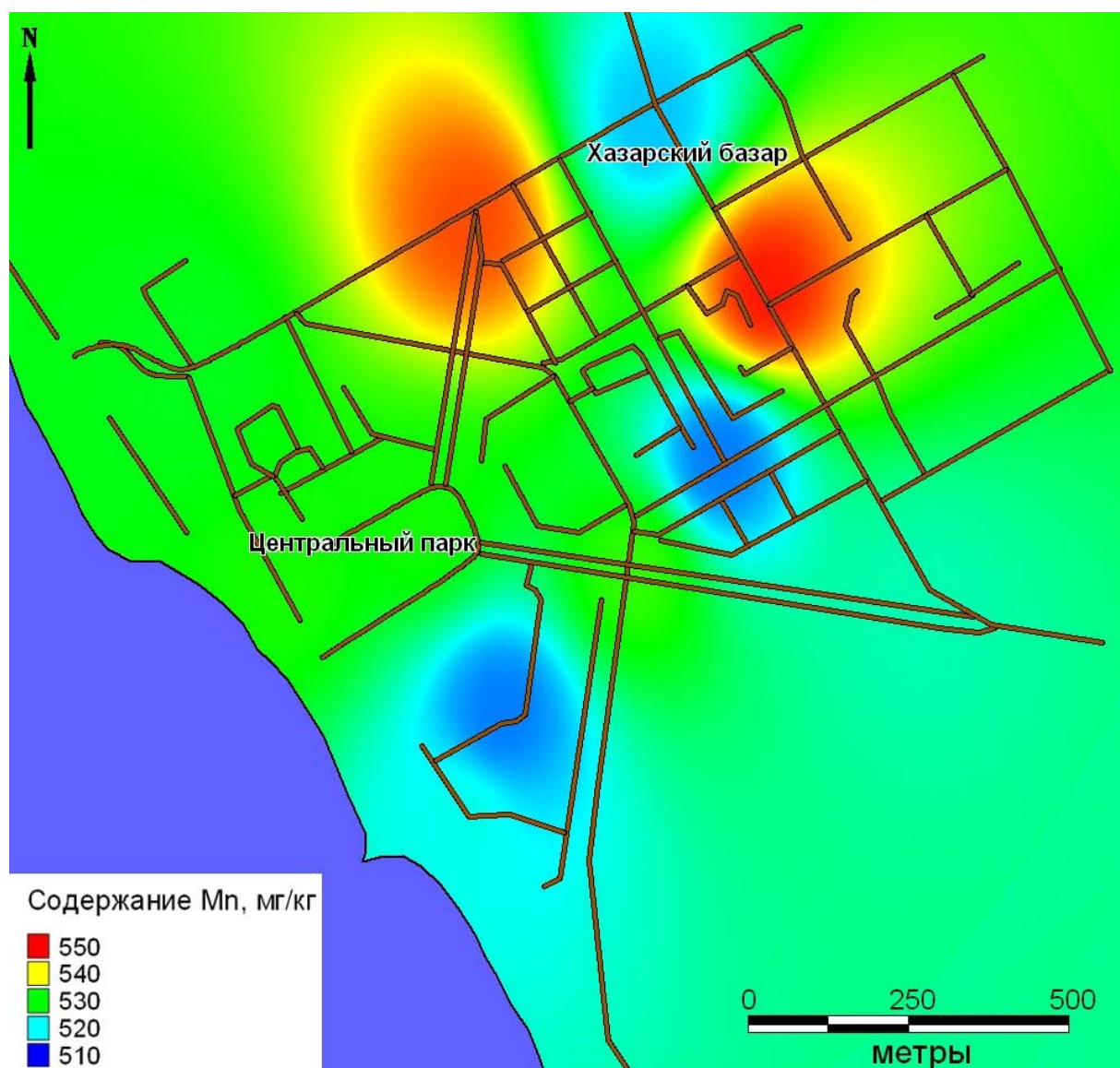


Рис.25. Пространственное распределение марганца в почвах города Хазар (Челекен)

Содержание марганца (рис.25), зафиксированного в пробах, определено на уровне фоновых значений, а в большинстве проб – ниже фоновых концентраций. Его токсичность очень слабая, в основном встречается в природе в виде минералов - пиролюзит (MnO_2) и перманганат калия ($KMnO_4$).

Макрокомпоненты $Na+K$, Ca , Mg , сульфаты и хлориды – основные вещества, входящие в состав различных солей. Они являются главной составляющей породообразующих минералов (кальцит, доломит, галит, гипс, ангидрит, альбит, ортоклаз, олигоклаз, микроклин и др.).

Повышенное содержание солей в почве способствует интенсивному химическому процессу и электролизу. Известно, что некоторые тяжёлые металлы в природе могут находиться в различной форме: водорастворимой, катионообменной, связанной с карбонатами, связанной с гидроксилами марганца, аморфными и окристаллизованными формами железа. Эти формы наиболее опасны. При проникновении тяжёлых металлов в почву происходит быстрое замещение ими обменных катионов породы, а именно щелочных и щелочноземельных металлов. Концентрация макрокомпонентов, определённая для почвы, отобранной с незагрязнённого участка, принята за фоновое значение.

Как видно из рисунка 26 (А) распределение солей магния неравномерно. Наибольшие концентрации приходятся на прибрежную часть города Хазар и его периферию. Как известно, магний понижает фильтрацию почвы, замедляет капиллярный подъём воды и увеличивает влагоёмкость почвы. Однако, даже при большом объёме магния, почва может только ухудшить свою структуру, но к засолению это не приведёт.

Высокие концентрации солей кальция зафиксированы в прибрежной части города и на его периферии (рис.26,Б). Скорее всего, его нахождение в составе почв носит природный характер, так как в прибрежной части на минеральный состав почв оказывает существенное влияние жёсткая морская вода, в которой преобладают соли магния и кальция. Кроме того, основным минералом, преобладающим среди других пород является известняк, который на 75% состоит из солей кальция. Избыток солей кальция на северо-востоке города можно объяснить слагающей горной породой, состоящей из мергеля. Тогда высокие количественные показатели солей кальция носят природный характер. Однако, пять лет назад на северо-востоке города был запущен в эксплуатацию цементный завод. При нарушении технических параметров, пыль от

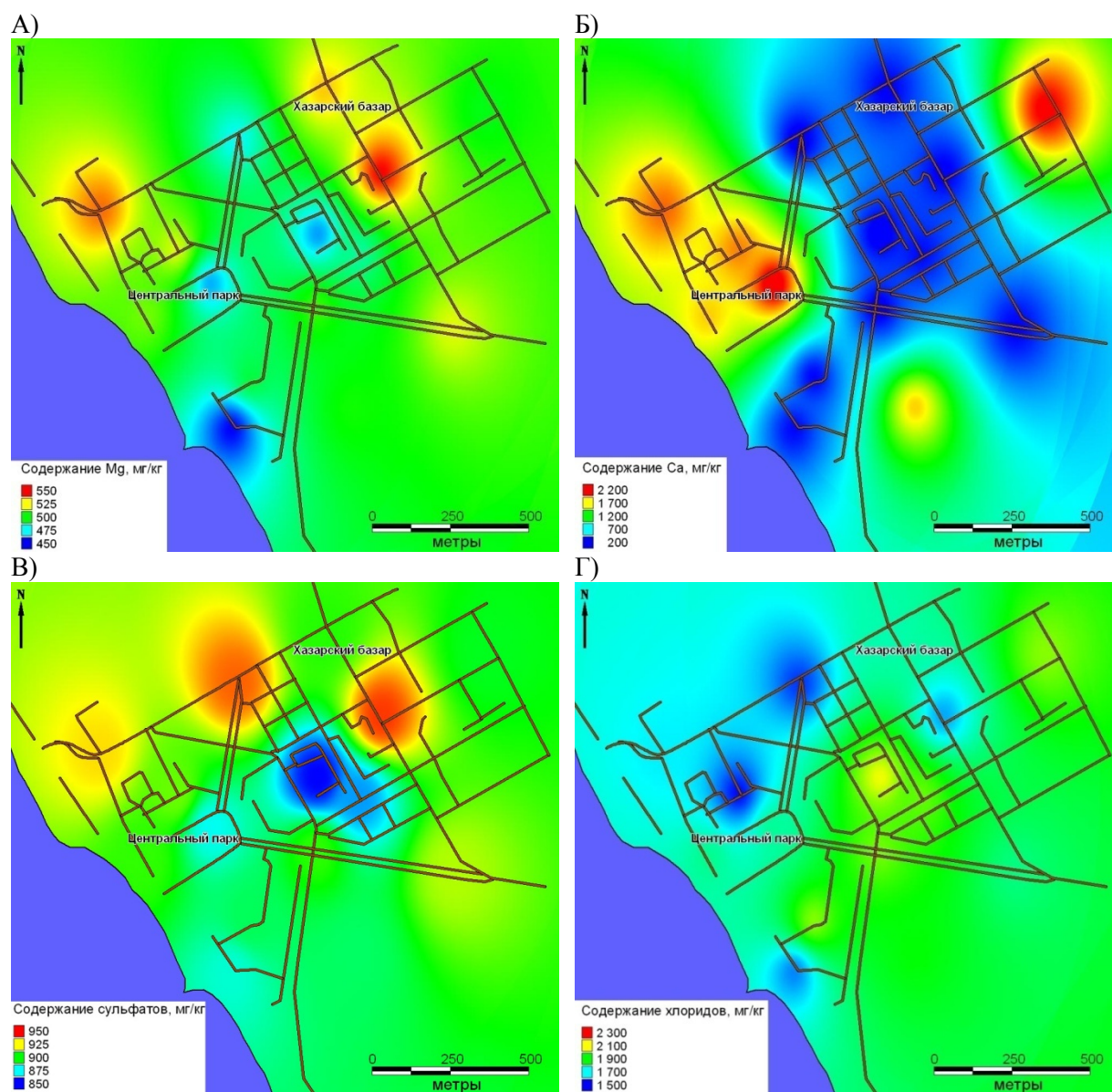


Рис.26. Содержание солей в почве

цементного завода, содержащая 65% карбоната кальция, попадает в почвенный слой. Избыток солей кальция негативно влияет на рост растений, замедляя его. Растительность в местах высокой концентрации кальция отсутствует.

Неравномерно распределены по территории города сульфаты (рис.26, В). В почвах города они встречаются в двух видах – составляющие воды, легкорастворимые и труднорастворимые, входящие в состав минералов. Наиболее распространён сульфат натрия и калия. В небольших количествах зафиксирован сульфат аммония, приуроченный к старым месторождениям серы на полуострове. Высокие концентрации сульфата аммония в этих местах уже отравляли мелкий рогатый скот и овец, питающихся растениями, произрастающими на периферии города.

В прибрежной части полуострова наблюдаются высокие концентрации сульфата магния. В целом, высокие концентрации сульфатов носят природный характер, так как почвы в городе сильно засолены. Солончаки, втекающие на территории и периферии города Хазар, состоят из мирабилитов.

Если говорить о наличии техногенного загрязнения в местах наибольшей концентрации сульфатов, хлоридов и карбонатов, то она отсутствует. Карбонаты имеют наименьшую активность и осаждаются в почвах, расположенных у источника загрязнения. По данным распределения карбонатов следует, что в местах их высокой концентрации отсутствуют источники антропогенного загрязнения. Количественные показатели соответствуют естественному фону территории. Средней подвижностью обладают сульфаты, которые фиксируются также вблизи очага загрязнения. Повышенные концентрации сульфатов (рис.26,Г) приурочены к непромышленным зонам. Наиболее подвижными являются хлориды. Они фиксируются вдали от источника загрязнения. Содержание хлоридов носит природный характер. Как указывалось в разделе «Полезные ископаемые полуострова», полуостров Челекен славится своими месторождениями поваренной соли.

Не смотря на отсутствие источников загрязнения, которые могли бы вызвать повышенное содержание солей в исследованной территории, их высокие концентрации негативно влияют на рост растений. Они гибнут, а местами отмечено полное уничтожение растительного покрова. Зафиксированы случаи гибели скота от поедания растительности, произрастающей вблизи засоленных территорий.

Глава 5. Экологические проблемы развития нефтегазового комплекса в акватории полуострова Челекен.

По результатам проведённых исследований можно сделать вывод о том, что акватория полуострова Челекен и юго-восточное побережье Каспийского моря в целом, являются слабозагрязнёнными участками Каспийского моря. Уровень загрязнения нефтяными углеводородами и тяжёлыми металлами настолько незначителен, что не требует проведения каких-либо специальных мероприятий по очистке донных осадков. Показания, незначительно превышающие фоновые значения были зафиксированы только в районах танкерных причалов и в затопленных нефтяных скважинах. Отмечается увеличение содержания тяжёлых металлов в донных отложениях в районе Хазарского химического завода, что требует организации экологического мониторинга акватории, т.к. вероятно происходят залповые выбросы с территории завода.

Анализ материала, полученного во время полевых, лабораторных и камеральных исследований по содержанию тяжёлых металлов в донных отложениях позволяет сделать следующие выводы: в структуре донных отложений основная доля принадлежит меди, концентрация которой в шесть раз превышает фоновые значения. Пространственное распределение меди свидетельствует, что её максимальная концентрация приурочена к районам отбора проб с участка акватории Хазарского химического завода, города Хазар, танкерного причала Гарагёль, водно-болотных угодий Хазарского государственного заповедника. Данный факт увеличения содержания меди может быть объяснён природными процессами аккумуляции меди в донных отложениях акватории вследствие образования органоминеральных комплексов.

В донных отложениях акватории в районе Хазарского химического завода выявлено увеличение содержания кобальта (относительно других участков), что обусловлено поступлением сбросов с территории предприятия.

Повышенные концентрации никеля были зафиксированы в донных отложениях в районе Хазарского сажевого завода и в районах исторического загрязнения нефтью, а также вблизи танкерных причалов и портов.

Никель практически всегда присутствует в составе нефти. Увеличение содержания никеля в донных отложениях обусловлено, как прямым поступлением

нефтепродуктов и сырой нефти в акваторию, так и аэротехногенным загрязнением вследствие сжигания углеводородов.

В акватории Южно-Челекенской косы отмечается увеличение концентрации железа. Причину можно объяснить стагнацией вод, так как пробы были отобраны в летний период, наблюдается дефицит кислорода, отсутствует вертикальная циркуляция водных масс.

Основные неблагоприятные экологические районы - это западная часть полуострова, где располагаются химический и сажевый заводы, также находятся исторические загрязнения нефтяными разливами.

Наиболее тщательно исследовалась прибрежная территория, прилегающая к химическому заводу, поскольку там производится сброс отработанной воды после завершения химического цикла.

На концентрации поллютантов влияют климатические условия (температура окружающей среды, скорость ветра) и др. Концентрация свинца, кобальта, кадмия быстро уменьшается, и в отобранных пробах их содержится минимальное количество. Сравнение результатов проведённого экологического мониторинга с аналогичными результатами исследований акватории Азербайджана, показывает, что акватория полуострова Челекен менее загрязнена (Патин С.А., 2001). Экологическая ситуация исследованной территории оценивается как стабильная. Уровень загрязнения тяжёлыми металлами и нефтепродуктами – низкий.

По результатам проведенных исследований территории города Хазар и акватории полуострова Челекен, можно рекомендовать следующий комплекс мероприятий, направленный на снижение поступления загрязняющих веществ в окружающую среду:

1) ежедневный контроль за концентрацией нефтяных углеводородов в районе танкерных причалов, ликвидированных нефтяных скважин и мест исторических разливов нефти;

2) запрет сброса отходов в море, особенно в акватории Хазарского химического завода и Южно-Челекенского залива;

3) ежегодный контроль над уровнем содержания тяжёлых металлов, нефтяных углеводородов в акватории Кертгая, Южно-Челекенского залива и Северо-Челекенской косы;

4) усовершенствовать систему учёта ликвидированных и законсервированных скважин в районе Кертгая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследовательские работы, проведённые за период 2015-2016 гг и полученные результаты химических анализов позволили дать объективную оценку экологического состояния юго-восточного побережья Каспия в связи с интенсивным ростом нефтегазового комплекса в районе полуострова Челекен. По полученным количественным данным поллютантов исследованную территорию можно охарактеризовать как слабозагрязненную.


Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Изучение экологического состояния акватории полуострова Челекен позволило выявить антропогенные нарушения природопользования. К ним следует отнести поступление нефтяных углеводородов в акватории Кертгая из заброшенных нефтяных скважин и танкерных причалов, несанкционированные сбросы Хазарского химического завода;

2. Донные отложения акватории имеют низкий уровень загрязнения по нефтяным углеводородам, что обусловлено низкой аккумуляцией, выносом наносов течениями северного направления от полуострова в открытое море, вследствие физико-географических особенностей акватории;

3. По результатам геоэкологических исследований установлены зоны экологической уязвимости юго-восточного побережья Каспийского моря - западное побережье полуострова Кертгая, Южно-Челекенская коса и акватория Хазарского химического завода.

Необходимо указать, что источников поступления поллютантов в городе обнаружено не было, высокие концентрации солей носят природный характер. По пространственному распределению карбонатов, хлоридов и сульфатов не выявлен источник загрязнения.

5.05.2016 г.


Литература:

1. Агаева Л.А., Алексанян С.Н., Шакирова Г.А., Эсенов Э.М. Оценка уровня техногенного загрязнения грунта полуострова Челекен (Туркменистан) // Мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. «ГЕОРИСК-2012». М., 2012. Т. 2.
2. Абрамов Б.Н. Многолетние колебания содержания кислорода и биогенных элементов в воде Среднего и Южного Каспия . Тр.ВНИРО, 1959, т.38 вып.1
3. Азаров Л., Бургер М. Метод порошка в рентгенографии. М.: Иностранная литература, 1961.
4. Алексанян С.Н. Геоэкологический мониторинг грунтов полуострова Челекен // Проблемы освоения пустынь. 2013. №3-4.
5. Али-Заде А.А., Аширмамедов М.А. Геология нефтяных и газовых месторождений Юго-Западного Туркменистана. Ашгабад, Ылым, 1985, с.355.
6. Алиханов Э.Н. Геология Каспийского моря. Баку: Элм, 1978. 190 с.
7. Аманниязов К.Н. Геоэкология полуострова Челекен. Ашхабад: Ылым, 1995.
8. Аринушкина Е.Н. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970.
9. Архипова Е.Г., Крюкова В.В., Молошникова В.И. Возможные изменения уровня и других элементов гидрологического режима Каспийского моря. Тр.ГОИН, 1972, вып. 115 с. 5-17
10. Аширмамедов М.А. Некоторые особенности размещения и формирования залежей нефти и газа в Юго-Западной Туркмении // В сб. Труды ТФ ВНИИ, 1967, вып. IX, с.14-33.
11. Бабаев А.Г., Кубасов И.М. Экологические проблемы Каспийского моря //Проблемы освоения пустынь, 1993, №2. С. 3-7.
12. Бабаев А.Г., Аманниязов К.М., Федин В.П. О трансгрессии Каспийского моря и путях её преодоления // Проблемы освоения пустынь, 1994, №1. С. 3-10.
13. Бутаев А. М., Кабыш Н. Ф. Грозит ли Каспию нефтяное загрязнение // Мат-лы Междунар. конф., посвящ. 105-летию КаспНИРХ «Современные проблемы Каспия» (24–25 декабря 2002 г., г. Астрахань). Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002.
14. Вареди Е., Афраз А. Современные проблемы Каспия // Мат-лы Междунар. конф., посвящ. 105-летию КаспНИРХ (24–25 декабря 2002 г., г. Астрахань). Астрахань:

Изд-во КаспНИРХ, 2002.

15. Вебер В.Н., Калицкий К.П. Остров Челекен. С.-П.:1911, с.3-11 (Тр.Геолог.ком., вып.63).
16. Геодекян А.А. Масштабы нефтеобразования в Южно-Каспийском бассейне.- В кн. Генезис нефти и газа, М.,Наука, 1968.
17. Геология Закаспия. Л.: АН СССР, 1958. 148 с.
18. Геология и нефтегазоносность юга СССР. Закаспий и Северный Прикаспий.Труды КЮГЭ, вып. 8, под редакцией проф. И.О. Брода, 1957. 539 с.
19. Геологическое строение и нефтегазоносность Прибалханской зоны поднятий. М.: АН СССР, 1972. 160 с.
20. Геологическое строение Прикаспийской впадины и закономерности распространения нефти и газа в её недрах. 1968. 280 с.
21. Глазовский Н.Ф. Условия образования и действия грязевых вулканов южнокаспийского региона // Комплексные исследование Каспийского моря. Вып.5. М.: МГУ, 1976. С. 201-210.
22. Глазовский Н.Ф., Батоян В.В., Брусиловский С.А. Грязевой вулканизм как источник поступления вещества в Каспийское море // Комплексные исследование Каспийского моря. Вып. 5. М.: МГУ, 1976. С. 189-197.
23. Гольдберг В. М. и др. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. М., 2001.
24. Дикенштейн Г.Х. и до. Нефтяные и газовые месторождения Средней Азии. М., 1966, с. 3-91.
25. Добровольский А.Д., Косарев А.Н., Леонтьев О.К. Каспийское море. М.: МГУ,1969 г. 262 с.
26. Дорошко Т.Ю. Предельно допустимые концентрации тяжёлых металлов в почве и её защита от загрязнения // Мед. журн. Узбекистана. 1991. №7
27. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Наука, 1962.
28. Иванов А.П. Челекенское месторождение нефти // Газета "Нефтяное дело №6, 1903.
29. Иванов В. П., Сокольский А. Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000.
30. Казьмин В.Г., Вержбицкий Е.В. Возраст и происхождение Южно-Каспийского

- бассейна // Океанология. 2011. Т. 51. № 1. С. 136-145.
31. Калицкий К.П. Об условиях залегания нефти на острове Челекен // Тр. Геол. ком., нов.сер., вып. 59, Спб.1910.
 32. Клевцова Н.Д. Поверхностные течения в средней и южной частях Каспийского моря при различных полях ветра. М., 1966 с.82-88
 33. Клевцова Н.Д. Режим течений восточного побережья Среднего и Южного Каспия // Сборник работ Бакинской ГМО, 1967. С.44-49
 34. Клычев А. Челекен. Ашхабад: Туркмениздат, 1964 г. 137 с.
 35. Ковалевский С.А. Нефтяные и газовые месторождения Туркмении. Баку: Азнефтеиздат, 1934, 67с.
 36. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. М.:1975. 272 с.
 37. Косарев А.Н., Жирнов В.М. О прибрежных течениях у Восточного берега Каспия // Комплексные исследование Каспийского моря. Вып. 5. М.: МГУ, 1970. С. 111-120.
 38. Косарев А.Н., Жирнов В.М. О прибрежных течениях у восточного берега Каспия// Комплексные исследование Каспийского моря. Вып. 5. М.: МГУ, 1970. С. 111-120.
 39. Косарев А.Н., Жирнов В.М. О прибрежных течениях у восточного берега Каспия. М.:Из-во МГУ, 1972, с.111-120
 40. Косарев А.Н.. Каспийское море. Структура и динамика вод. М.: Наука, 1990. 165 с.
 41. Косарев Каспийское море. Гидрология и гидрохиия. Москва.: Наука, 1986
 42. Лебедев Л.И., Маев Е.Г., Бордовский О.К., Кулаков Л.С. Осадки Каспийского моря. М:Наука, 1973, с.119
 43. Лебедев Л.М. Челекенская рудообразующая система. М.:Наука, 1983
 44. Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: МГУ, 1977. 208 с.
 45. Леонтьев О.К., Халилов А.И. Природные условия формирования берегов Каспийского моря. Баку, 1965. 206 с.
 46. Лочия Каспийского моря. М.:1954
 47. Маев Е.Г. Колебание уровня Каспийского моря: роль геологических факторов // Вестник МГУ. Сер. 5, Геогр. 1993, № 4. С. 49-56.
 48. Маловицкий Я.П. Оценка перспектив нефтегазоносности Каспия (на основе

- анализа глубинной структуры) // "Геология нефти и газа", 1964, №6, с.18-23.
49. Маловицкий Я.П. Перспективы нефтегазоносности акватории Каспийского моря.// В кн. Тем. науч.-тех. обзоры. М. ВНИИОЭНГ, 1967.
 50. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. Гос. Комитет СССР по гидрометеорологии, М. 1990
 51. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М.: Гидрометеоиздат, 1981 с. 9-33
 52. Низьев В.А. Геологическое строение и нефтегазоносность Челекено-Ливановской и Котурдепинской зон поднятий. М.: ВНИИОЭНГ, 1971. 118 с.
 53. Никифоров Л.Г. Динамика и морфология берегов полуострова Челекен // Новые исследования береговых процессов. М.: Наука, 1971.
 54. Никифоров Л.Г. Структурная геоморфология морских побережий. М.: МГУ. 1977. 175 с.
 55. Одеков О.А., Дурдыев Х.Д. Колебание уровня Каспия: состояние и прогноз // Известия Академии наук ТССР, 1990а, №4. С. 81-86.
 56. Одеков О.А., Дурдыев Х.Д. О рациональном размещении объектов на туркменском побережье Каспийского моря в связи с колебаниями его уровня // Проблемы освоения пустынь, 1990б, №4. С. 7-20.
 57. Панасенко Д.Н. Экологическая безопасность Каспийского моря в условиях нефтегазодобывающей деятельности // Вестник Астрах. гос. техн. ун-та. 2004. Вып. № 2.
 58. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. М.: ВНИРО, 2001.
 59. Пахомова А.С., Затучная Б.М. Гидрохимия Каспийского моря. Л.: Гидрометеоиздат, 1966 с. 343
 60. Пушин Н. Каспийское море. С.-П.: 1877. 314 с.
 61. Рекреационные ресурсы Каспийского моря (Проблемы использования и охраны). М.: Наука, 1989. 80 с.
 62. Ферсман А.Е. Путешествие за камнем. Москва, 1960, с. 332
 63. Физико-химические методы оценки качества почв. Казань. КГУ, 2011 с. 25-28
 64. Шикломанов И.А. Гидрологические аспекты проблем Каспийского моря – Л.: Гидрометеоиздат, 1976 с. 78

65. Современные проблемы географии и геологии // Мат-лы III Межд.-практ. Конференции, Томск, 11-12 ноября 2014, 792с.
66. <http://science.gov.tm>
67. <http://www.natureprotection.gov.tm>